aarde & kosmos

WAARIN OPGENOMEN

lucht- & ruimtevaart

maandblad voor natuur, wetenschap en techniek

9e jaargang no. 1
januari 1982
ƒ5,45 / 92 BF

FOTOGRAFEER EEN MAANSVERDUISTERING

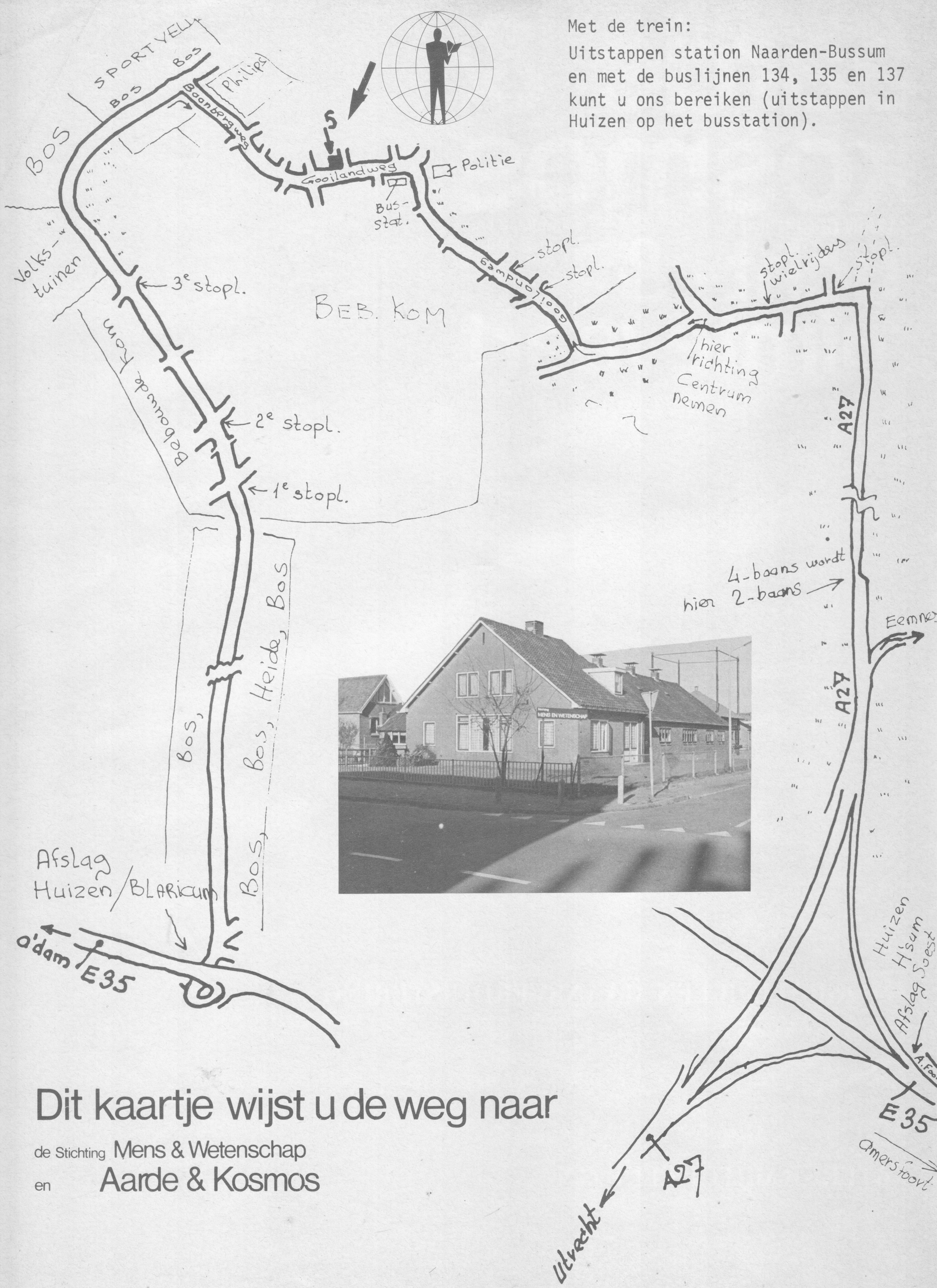
MIJNBOUW IN DE RUIMTE

DE "VALLENDE" STER VAN 8 NOVEMBER

BOEING'S NIEUWSTE VLIEGTUIGEN

WATERKRACHT HEEFT ZIN

Met de trein:
Uitstappen station Naarden-Bussum en met de buslijnen 134, 135 en 137 kunt u ons bereiken (uitstappen in Huizen op het busstation).



Dit kaartje wijst u de weg naar

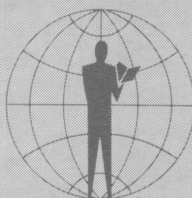
de Stichting Mens & Wetenschap

en Aarde & Kosmos

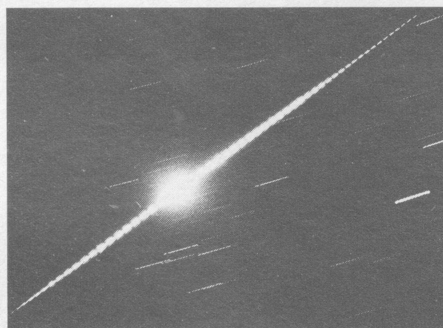
INHOUD

Bij de voorplaat
De Andromedanevel is een melkwegstelsel dat op zo'n twee miljoen lichtjaar van ons af staat. Onze eigen Melkweg ziet er net zo uit als we er van grote afstand schuin op zouden kunnen kijken. In de buitenste regionen van de Andromedanevel kunnen we met onze beste kijkers afzonderlijke sterren zien. De Ruimteteleskoop die in 1985 gelanceerd moet worden, zal van de Andromedanevel en melkwegen andere nooit eerder waargenomen details kunnen laten zien. Foto Hale Observatories

Aarde & Kosmos
waarin opgenomen
Lucht- en Ruimtevaart

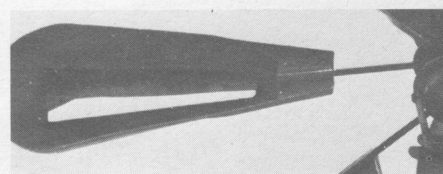


een uitgave van de Stichting Mens & Wetenschap









Volgende maand in A&K:

- Hemelfotografie voor iedereen
- Okulairprojektie
- Ruimtevaart in Japan
- Geologische dateringsmethoden
- Een schoenendoos als kamera
- Luchtvaartarcheologie in Engeland
- Griekenland op nieuwe paden

DE STICHTING "MENS EN WETENSCHAP" heeft ten doel het zo veel en zo breed mogelijk verspreiden van kennis op het gebied van natuur, wetenschap en techniek. Zij doet dit door het redigeren en samenstellen van publikaties, waaronder Aarde&Kosmos, en het bevorderen en ondersteunen van edukatieve aktiviteiten en onderzoek met het doel de kennis op het gebied van natuur, wetenschap en techniek te vergroten.

THE FOUNDATION "MAN AND SCIENCE" is a nonprofit organisation for diffusing, knowledge regarding nature, science and technology. Diffusing of this knowledge takes place by editing publications (amongst which Aarde en Kosmos) and by stimulating and supporting educational activities and research projects extending knowledge of nature, science and technology.

BESTUUR van de stichting:
Dr. F. C. Hillen, voorzitter;
N. Baaijens, sekretaris;
Drs. R. Kaptijn, penningmeester;
C. Laban, lid;
W. Stegeman, adviseur.

HOOFDREDAKTIE: Andries C. Sabelis

EINDREDAKTIE: drs. Huub Eggen

MEDEWERKERS: D. v.d. Aart, J. J. Baarslag, J. Beek, W. Boland, R. Bosch, P. R. v. Buysen, K. Elhorst, H. Engelman, S. J. de Groot, J. v. Hest, G. Kiers, Th. de Klerk, C. Laban, G. J. v. Lonkhuijzen, A. Molkenboer, B. Pasch, L. J. N. Steijn, C. Steijger, J. Smekens, H. Schouten, P. v. Tend, J. Terweij, Ph. Tieland, L. Vanhoeck, A. J. Zwinenberg

VORMGEVING: Phil Tieland

ABONNEMENTEN: voor Nederland 55,–. Overig buitenland 78,–.
Opgaven: Aarde & Kosmos, Postbus 108, 1270 AC Huizen-NH.

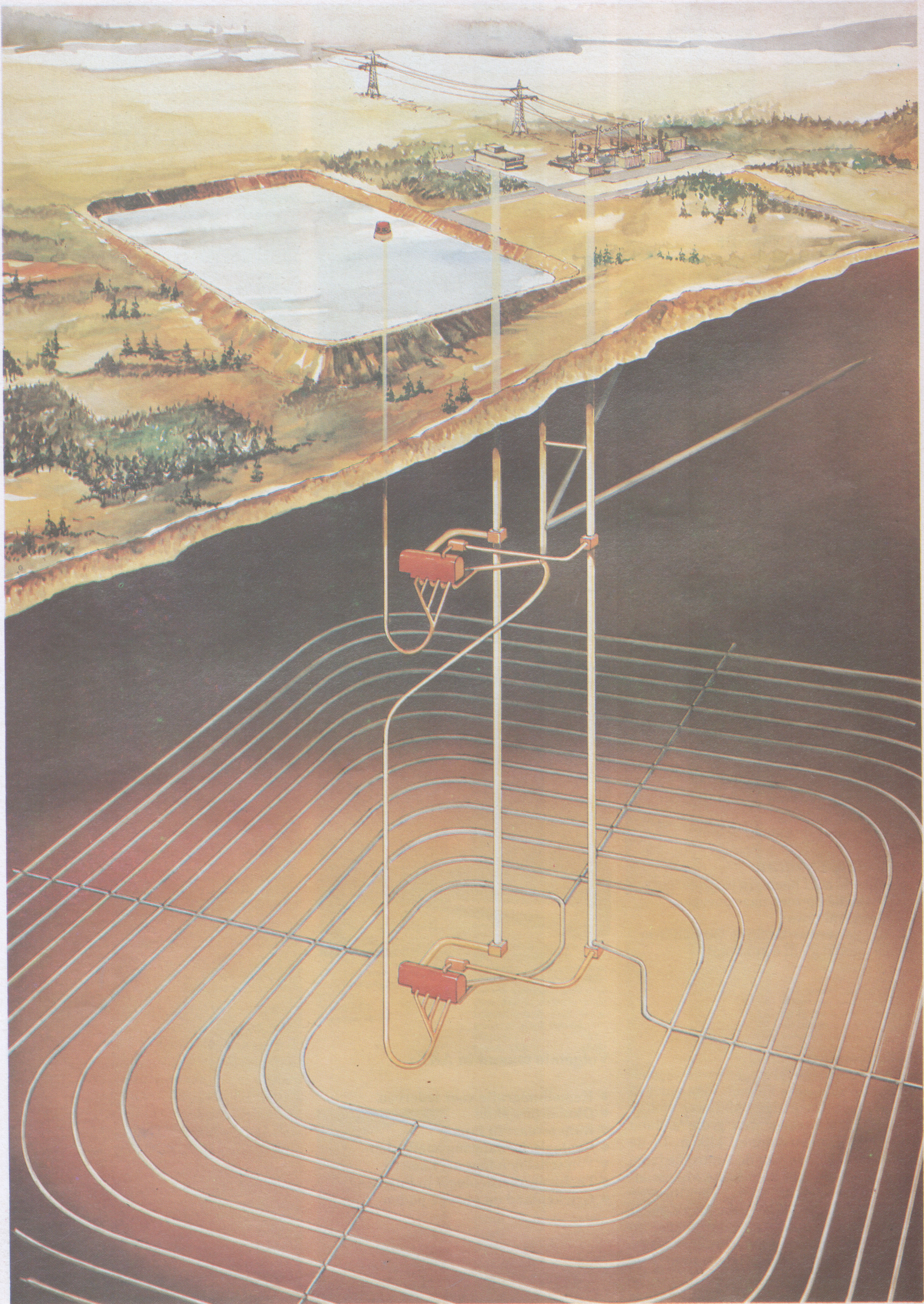
DRUK: Kon. Drij. v/h C. de Boer jr. nv – Hilversum.

ADVERTENTIES: Intermedia bv – Postbus 371 – 2400 AJ Alphen a/d Rijn. Tel. 021720–62078

DISTRIBUTIE NEDERLAND: Betapress B.V., Gilze, tel. 01615–2851

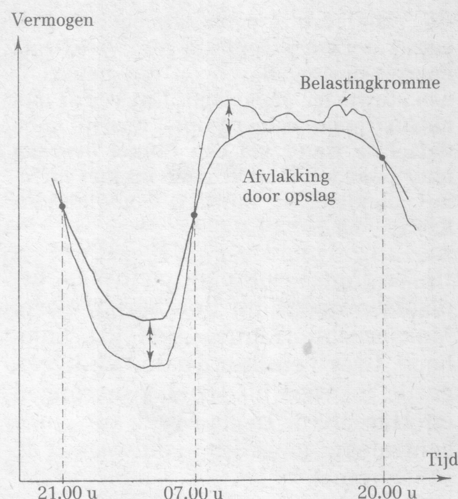
VOOR BELGIË: Promotie Soumillion, Massenetlaan 28–1190, Brussel, tel. 02/345.91.92 – PR. 000–0069021–54

REDAKTIE-ADRES: postbus 108 – 1270 AC Huizen-NH. Tel. 02152–58388



Waterkracht heeft zin in Nederland

G. J. v. Lonkhuyzen



Een grafische voorstelling van de afvlakking van pieken en kuilen in de vraag naar elektriciteit. Vooral de pieken zijn duur. Vormen van energie-opslag zorgen voor een financieel aantrekkelijke afvlakking, zelfs wanneer bij het omzetten van opgeslagen energie in elektriciteit bijna 25% van de energie verloren gaat. Illustratie THD-nieuws

De belangrijkste energieleverancier voor ons land is de elektrische centrale. Maar de toenemende milieubelasting en de toenemende brandstofkosten maken dat twee fundamentele problemen steeds gewichtiger worden. We kunnen niet maar doorgaan met het uitstoten van koolstof-, zwavel- en stikstofoxiden en bovendien kunnen we niet maar doorgaan met het produceren van elektriciteit ook in momenten dat we er weinig of geen gebruik van maken. En opslag van elektriciteit is nog altijd niet goed mogelijk.

Het plan Lievense (zie Aarde&Kosmos 7/1981) is de eerste grootschalig gedachte methode om energie op te slaan, niet als elektriciteit trouwens, maar als potentiële energie in een waterbekken. Het water wordt het bekken ingepompt deels door gebruik te maken van goedkope nachtstroom en deels van de wind.

Bestaande mogelijkheden

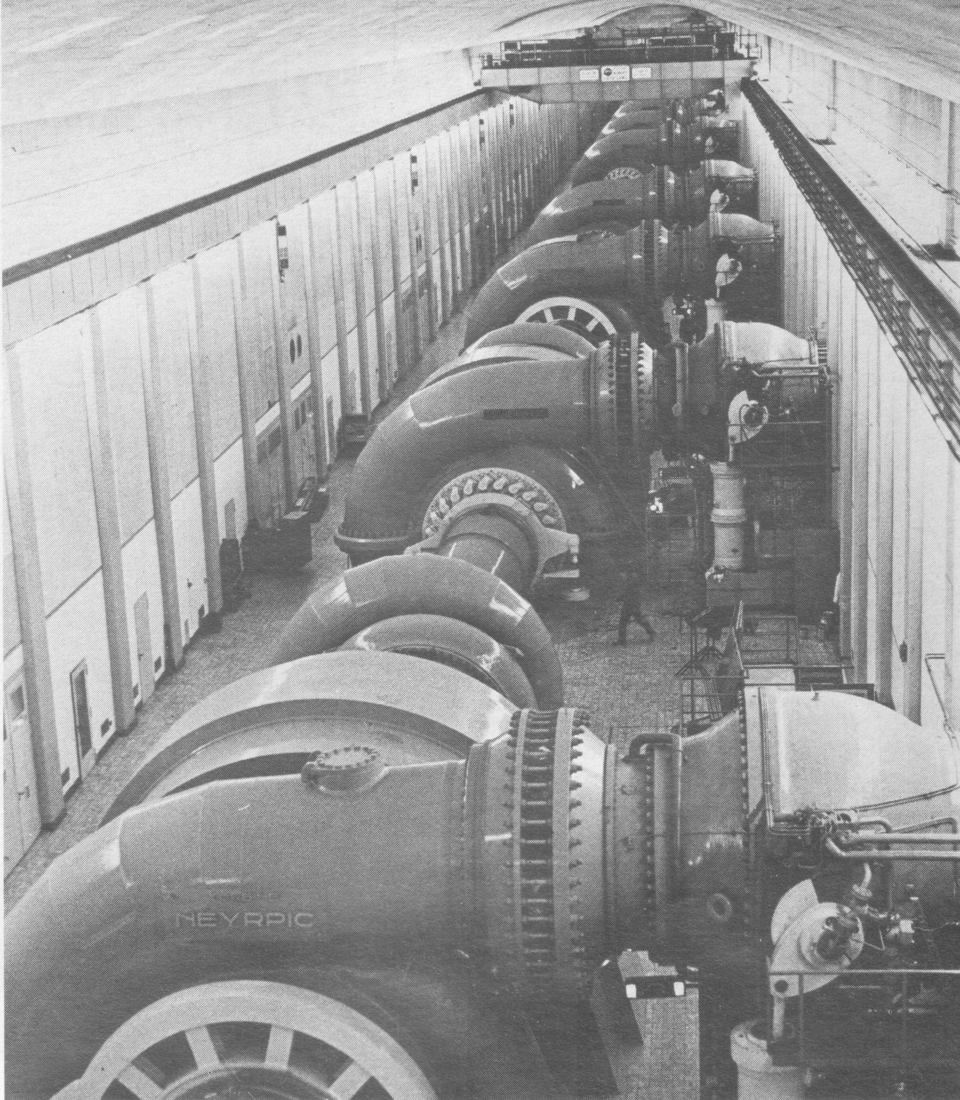
Maar de Stichting Energie Anders in Hoek van Holland is van mening dat het simpele feit, dat elektriciteit niet goed is op te slaan, noopt tot het besluit om zoveel mogelijk elektriciteit te winnen met waterkracht. Die winning kost weinig, is milieuvriendelijk en betekent geen ernstig verlies als de vraag naar elektriciteit afneemt.
Volgens Energie Anders kan de waterkracht van Maas en Lek één procent van het elektriciteitsverbruik in ons land opwekken als we niets anders doen dan de mogelijkheden gebruiken die al aanwezig zijn bij de sluizen en stuwen in deze rivieren. Als de getijdebeweging van de Oosterschelde ook nog benut zou kunnen worden, kan de produktie twee procent dekken van de behoefte.
In de Belgische Maas en in de Moezel wordt op grote schaal gewerkt met waterkracht en de omstandigheden daar zijn niet veel anders dan die in ons land. Tegenover Eijsden ten zuiden van Maastricht, hebben de Belgen aan de Maas een waterkrachtcentrale in dienst gesteld die 21 megawatt opwekt.
Als wij in ons land waterkrachtcentrales zouden bouwen in Limburg en Gelderland zou dat bovendien 5.000 manjaren werk opleveren. De Stichting Energie Anders is van mening, dat die energie opgewekt kan worden door de waterstanden boven de stuwen en sluizen met niet meer dan enkele decimeters te laten variëren. En omdat er ook grote plassen liggen als gevolg van de zand- en grintwinning, zijn er grote wateropslagbekkens beschikbaar.
In de zomer, als de wateraanvoer vrij laag is, zullen de centrales vermoedelijk minder gaan leveren, maar dan is ook de vraag naar elektriciteit minder.

De opzet van de Qndergrondse Pomp Akkumulatie Centrale, OPAC. De valhoogte tussen het bovengrondse meer en de diepe opvangtunnels of gangen is 1250 meter. Een tussenreservoir op 600 meter diepte, met daarbij horende energieopwekking, verhoogt het rendement van de hele centrale. De OPAC zou een voorraadkapaciteit van cirka 800 megawatt moeten hebben. Het opgeslagen water vertegenwoordigt dus die hoeveelheid energie.

Bij Lixhe in België (aan de Maas, tegenover Eijsden) wordt door een gloednieuwe waterkrachtcentrale sinds december 1980 voor 21 megawatt aan elektriciteit opgewekt. Foto Stichting Energie Anders



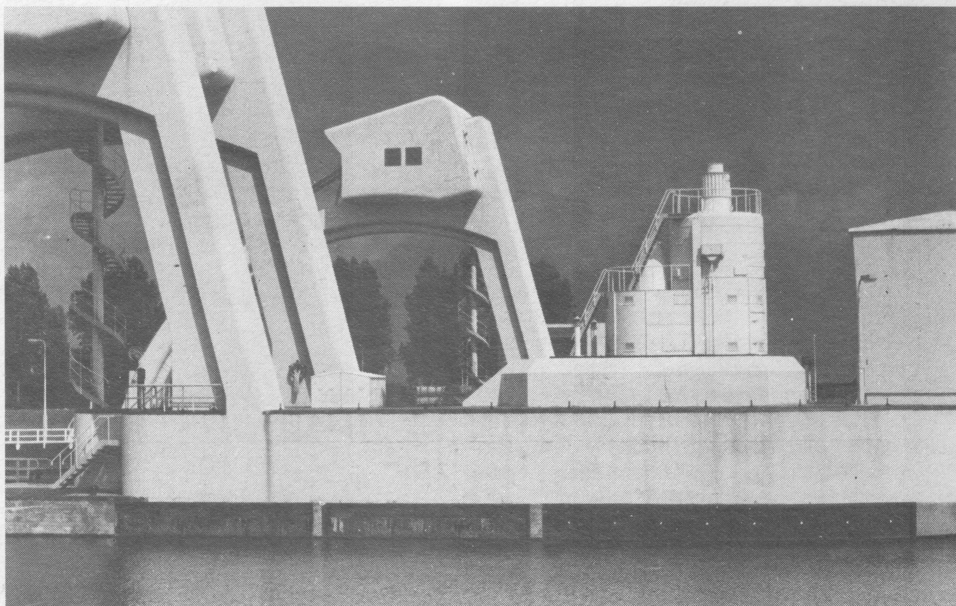
Bij Vianden in Luxemburg bevindt zich een waterkrachtcentrale die werkt met energie-opslag. Boven op een heuvel is een stuwmeer aangelegd. Dat wordt met nachtstroom volgepompt, terwijl men datzelfde water via een tunnel overdag naar beneden laat stromen en met turbines elektriciteit opwekt. Foto Stichting Energie Anders



In de Maas kunnen centrales geplaatst worden bij Borgharen, Born, Maasbracht, Linne, Belfeld, Sambeek, Grave en Lith. In de Lek liggen goede lokaties bij Driel, Amerongen en Hagestein. In de Waal zijn geen centrales mogelijk vanwege de scheepvaart.

Ondergrondse centrale: OPAC

Behalve de opslag in zand- en grintgaten, en hopelijk in de toekomst in het kunstmatige meer van het plan Lievense, is er ook een mogelijkheid voor de opslag van water-als-energiedrager in het OPAC-projekt van de TH Delft, Volker Stevin en Haskoning. OPAC staat voor Ondergrondse Pomp Akkumulatie Centrale. Het idee lijkt wat op dat van Lievense. Men legt een groot kunstmatig meer aan ergens in de mijnstreek en vult dat met water. Is er elektriciteit nodig, dan laat men het water de verlaten mijnen inlopen langs een turbine die generatoren aandrijft. Gedurende de nacht, als de stroom goedkoop is, draait men de funktie van de generatoren om, maakt er dynamo's van die pompen aandrijven waarmee het water weer in het kunstmatige meer wordt gepompt.
Uiteraard is er meer energie nodig om dat water op te pompen, dan men aan energie wint door het in de mijngangen te laten lopen. Het voorstel is interessant op ekonomische gronden. De nachtstroom is zoveel goedkoper dan de dagstroom, dat de geringere hoeveelheid dagstroom toch meer geld opbrengt dan de grotere hoeveelheid nachtstroom kost.
Maar belangrijk is vooral dat door deze opslagfaciliteiten er een afvlakking ontstaat tussen de "kuil" van geringe vraag en de "piek" van grote vraag aan elektriciteit. Vooral de pieken zijn duur, omdat dan stroom geleverd moet worden door snelstartende centrales, die olie stoken. De OPAC, de wind/waterkrachtcentrales van Lievense en de konventionele waterkrachtcentrales zijn allemaal snelstartend, maar door hun lage kosten ook nog goed voor de levering van de basislast (de altijd aanwezige behoefte aan elektriciteit) en van het midden-vermogen.
De konventionele waterkrachtcentrales zullen in staat zijn het olieverbruik (als brandstof voor centrales) met 2,5 procent te verminderen. En omdat er geen brandstof wordt verstookt, is het ook niet nodig de prijs van deze energie te koppelen aan de olieprijs, zoals dat met aardgas gebeurt. Het gevolg zal zijn dat er steeds meer elektriciteit in het huishouden wordt verwerkt en steeds minder gas. Dat kan een aanzienlijke ekonomische verlichting betekenen in de ruwweg vier miljoen huishoudens in ons land.



Bestaande stuwen op de Maas en de Lek kunnen al voor één procent in onze elektriciteitsbehoefte voorzien. Hier het sluizenkomplex bij Hagestein. Daar is tot 1974 een tijd lang een kleine turbine in bedrijf geweest.

Australië op zoek naar energie

G. J. van Lonkhuyzen

Van alle landen die bezig zijn met onderzoek naar energiebronnen (en welke zijn dat niet?), is Australië een opvallend land. Opvallend omdat het beschikt over steenkool, olie, aardgas en uranium. Er zijn landen in Europa die in Australië hun steenkool kopen. En toch is het land druk op zoek naar de mogelijkheden die de alternatieve energiesystemen te bieden hebben.

Ook op dat punt is Australië rijk gezegend. Het is omringd door oceanen (golfenergie, windenergie), het is over grote oppervlakten heel vlak (windenergie) en het heeft een zonnig klimaat (zonne-energie). Omdat het land erg uitgestrekt is, hecht men grote waarde aan het opwekken van energie op de plaats waar die nodig is. Dat geldt vooral voor de Outback, het welhaast eindeloze, zeer dun bevolkte platteland van Australië.

Windenergie als uitgangspunt

Op een kongres van de ANZAAS (Australian and New Zealand Association for the Advancement of Science), dat vorig jaar in Brisbane werd gehouden, is een doelmatigheidstheorie ontvouwd die radikaal verschilt met de in ons land gehuldigde opvatting. Wij verdelen onze energiebehoefte in een basisvraag, middenvraag en piekvraag. De basisvraag, de dag en nacht aanwezige behoefte aan elektriciteit, kan het best gedekt worden door kernenergie (die is trouwens voor iets anders ongeschikt). De middenvraag wordt gedekt door olie, steenkool of eventueel gas, terwijl de piekvraag misschien het beste door alternatieve systemen verzorgd kan worden. Dat die stelling al bij ons niet houdbaar is, lijken de diverse doe-het-zelf windgeneratorbouwers en gebruikers al aan te geven. Zij gebruiken hun machine gewoon om hun elektriciteitsrekening te drukken.

In Australië is dat tot een wetenschappelijk uitgangspunt gemaakt. *"Windenergie kan als een brandstofbespaarder worden gebruikt in de basis-, midden- en piekvraag"* aldus dr. Mark Diesendorf van de Australische gemenebest-organisatie voor industrieel en wetenschappelijk onderzoek, de CSIRO. En zijn bevindingen worden onderschreven door professor Brian Martin en door Martin Carlin van de afdeling toegepaste wiskunde van de Nationale Universiteit.

Een Hongaarse immigrant, Feri Kocsis, heeft van glasvezel deze windmolen geconstrueerd. De lepelvormige bladen zijn in het midden voorzien van een rubberen klep. In de wind sluit de klep vanzelf, zodat het blad ten volle profiteert van de winddruk. Tégen de wind valt de klep open, zodat de luchtweerstand kleiner wordt. De molen is bedoeld voor gebruik op boerderijen.

Foto's AIS



Zij baseren hun opvatting op werk met komputermodellen. Diesendorf verwacht dat windenergie in Australië binnen vijf tot tien jaar een ekonomisch interessante zaak is.

Andere benadering

Door de geografische struktuur van Australië is het energie-onderzoek daar iets anders gericht dan bijvoorbeeld in Europa. Australië heeft enerzijds dichte bevolkingscentra en steden, maar daarnaast ook een zeer uitgestrekt platteland. Er is dus duidelijk sprake van een behoefte aan een in twee delen gesplitst onderzoek.
Voor de dichtbevolkte gebieden wordt, net als bij ons, vooral naar bezuinigingsmogelijkheden gekeken. Men werkt aan komputersturing in het verkeer om het verbruik van brandstof te verminderen. Verder wordt er gewerkt aan elektronika in auto's, ook al gericht op doelmatiger brandstofverbruik. Men mikt op een besparing van 20%. De eerste elektrische autootjes komen er trouwens ook al op de markt. De eerste tien zullen vooral gebruikt worden voor proeven. Het ontwerp komt van de Universiteit van Flinders. Men heeft er tegelijk een methode bij ontwikkeld voor het snel verwisselen van het akkupakket: een soort tankstation voor elektrische auto's naar het model van de vroegere herberg, waar men verse paarden kon krijgen.

De Universiteit van Flinders is niet de enige wetenschappelijke instantie die een elektrische auto's werkte. Dat gebeurde ook aan de Universiteit van New South Wales en aan het Tasmanian College of Advanced Education.

De Outback

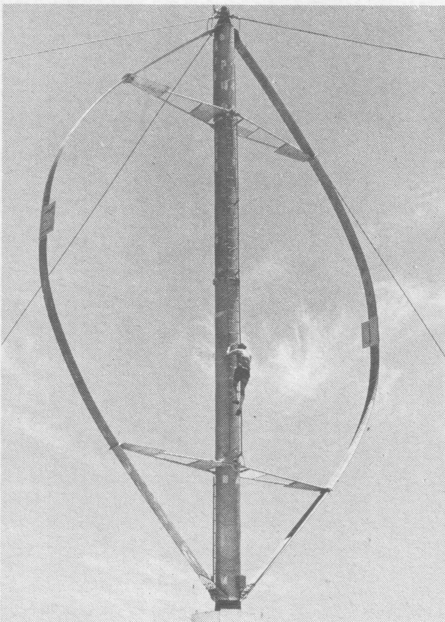
De ontwikkeling van energiesystemen voor de Outback is het verst gevorderd. Dat is begrijpelijk omdat men daar te maken heeft met kleine, onafhankelijke eenheden die niet op het landelijke elektriciteitsnet zijn aangesloten en de vraag naar energie er urgent is.
De overheid, in dit geval de State Energy Commission of Western Australia, maar ook de Australische vestiging van Philips hebben voor de Outback energiepakketten ontwikkeld waarbij gebruik wordt gemaakt van wind en zon, met als ondersteuning aggregaten die op diesel of zelfs ruwe raapolie lopen.

Andere projekten

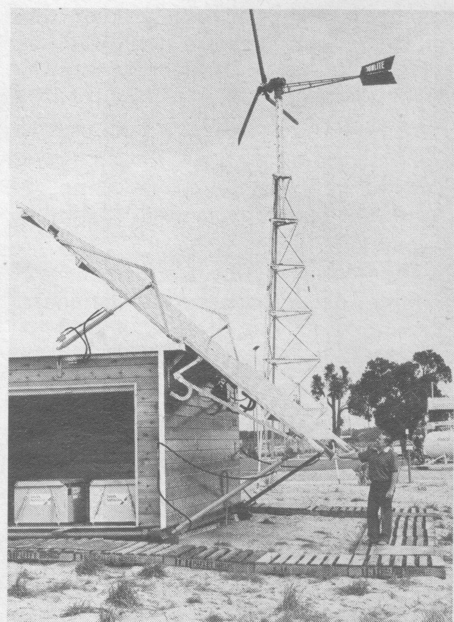
De overheid in South Australia en in de Northern Territories zit overigens ook niet stil. In Zuid-Australië denkt men over de meeste en de beste plaatsen voor het profiteren van windenergie te beschikken. Daarom gaat men vooral daar nu werken aan een proefopstelling om met windenergie elektriciteit voor het landelijk net op te wekken. Daarbij zal gebruik gemaakt worden van de ervaring die in de Outback is opgedaan. Men is in deze vorm van energiewinning niet alleen geïnteresseerd omdat het een besparing op het brandstofverbruik oplevert, maar ook omdat het niet meer dan twee jaar vergt om grote windgeneratoren operationeel te krijgen. Voor met kolen gestookte centrales duurt dat zes jaar en voor kerncentrales zelfs tien jaar.
In de Northern Territories werkt de overheid samen met Japanse wetenschappers aan de bouw van een elektrische centrale die op zonnewarmte werkt en één megawatt aan elektriciteit zal opwekken.



Dit is een exemplaar uit een reeks van tien elektrische auto's die binnenkort in Australië op de markt komt. Zoals alle elektrische auto's zijn ze alleen geschikt voor gebruik in steden.


Een experimentele Darrieusrotor op het Westaustralische vakantie-eiland Rottnest. Eén zo'n molen moet 5% van de energiebehoefte van het 11 bij 4 km grote eiland dekken. Dit type molen moet met een hulpmotor aan het draaien gebracht worden, waarna de wind hem in beweging houdt.


Op het Westaustralische eiland Rottnest staat deze experimentele windgenerator die evenveel energie moet leveren als de Darrieusrotor die ook op dat eiland staat.


De overheid van de staat West-Australië heeft deze mobiele gekombineerde energie-eenheid ontwikkeld. Het geheel bestaat uit een zonnecelpaneel, batterijen en een 5 kilowatt windgenerator. De eenheid is nog experimenteel en dus duur. Er zit voor noodgevallen ook een dieselaggregaat bij dat bovendien op ruwe raapolie kan werken. Philips heeft een soortgelijke eenheid ontwikkeld, die meer vermogen levert.

Energienieuws

De Brede, Maatschappelijke, Twijfelachtige, Vooringenomen, Vrijblijvende Diskussie

Als je de Brede Maatschappelijke Diskussie maar breed genoeg denkt, kom je vanzelf op het woord "oeverloos". Een speciale stuurgroep heeft in ons land in opdracht van de regering de Brede Maatschappelijke Diskussie over het energievraagstuk aangezwengeld via paginagrote advertenties in onze kranten. Maar al voordat het zover was sloop er een fout in de "BMD", want heel veel mensen denken dat het gaat om de vraag of we wel of geen kernenergie moeten hebben.
En over dat onderwerp wordt in ons land – en in veel andere landen – al jarenlang oeverloos geruzied. De voorstanders blijven voor en de tegenstanders blijven tegen. Regelmatig moet de M.E. dan "regelend" optreden.
De Brede Maatschappelijke Diskussie is opgezet om een veel eenvoudiger zaak: moeten wij, ten behoeve van de toekomstige energievoorziening, wel of niet overgaan tot de bouw van nog drie kerncentrales?
De regering legde in 1974 een plan daartoe op tafel. Maar daar zijn eerst de kerken en later de parlementsleden tegen in het geweer gekomen met de stelling dat een zo belangrijke zaak niet zomaar door een regering kan worden bedisseld. Daar moet men eerst breed en maatschappelijk over diskussiëren.
Akkoord, zei de regering, maar we willen geen referendum, alleen een diskussie. Het resultaat van die diskussie zullen wij opnemen in onze besluitvorming.
Kortom, de BMD is wat het Nederlandse volk betreft een vrijblijvende zaak. Maar de stuurgroep begreep dat ook wel en heeft maatregelen genomen om zoveel mogelijk de weloverwogen argumenten voor en tegen alvast bij elkaar te krijgen. Daartoe zijn de kommentaren gevraagd van een ongelooflijk groot aantal verenigingen, stichtingen, diensten, bureaus, instellingen en partijen.
Er zal waarschijnlijk óók gepraat worden over wel of geen kernenergie. Maar het gaat in de eerste plaats over wel of geen nieuwe kerncentrales bouwen (drie stuks). Dat ligt dus even anders. Men kan bijvoorbeeld vóór kernenergie zijn, maar toch tot de konklusie komen dat die drie kerncentrales niet gebouwd moeten worden, omdat:

- ze pas in gebruik zullen komen als goedkope alternatieven al de markt gaan beheersen, of
- ze helemaal niet nodig zijn omdat we nu al teveel elektriciteit produceren, of
- er beter gewerkt kan worden aan schone verbrandingstechnieken voor fossiele brandstoffen, omdat daarvan nog voor minstens twee en een halve eeuw genoeg is en de konventionele centrale veel doelmatiger is. Daarmee kan het aanbod van energie beter worden afgestemd op de vraag.

Bovendien is er veel te zeggen voor een wat groter aantal kleine konventionele centrales in plaats van een paar grote kerncentrales. Bij de elektriciteitsvoorziening kampt men altijd met het probleem van de transportverliezen (een vuistregel: voor elk watt in een huishouding verbruikt, moet drie watt door de centrale geproduceerd worden). Grote centrales die grote gebieden bedienen hebben dus veel grotere verliezen dan kleine centrales die beperkte gebieden bedienen. Kortom: er is heel veel om te overwegen en in de diskussie te brengen. Het is daarom toch belangrijk aan die diskussie mee te doen. G.J.v.L.

Kerncentrale-problemen

Er treedt grote vertraging op in de planning en bouw van kerncentrales in de wereld. Dat kan een zeer nadelig effekt hebben op de industrie die zich bezighoudt met de levering van de benodigde komponenten. Sigvard Eklund, hoofd van het Internationaal Energie Bureau (IEA), zegt dat er na 1985 maar half zoveel kerncentrales zullen worden gebouwd als in de periode 1981–1985. Volgens de cijfers van het IEA zijn er op het ogenblik in 22 landen in totaal 253 kerncentrales in bedrijf. In 48 landen staan samen ruim 300 kernreaktoren voor wetenschappelijk onderzoek.
De bedrijfsreaktoren – die in centrales – leveren 8 procent van het wereldverbruik aan elektriciteit. Dat zal tot 17 procent stijgen in 1985. Eklunds konklusie is, dat de komende twintig jaar kernenergie weinig zal bijdragen tot het oplossen van het energieprobleem in de wereld. Temeer daar het ernaar uitziet, dat na 1985 het aandeel van kernenergie eerder kleiner dan groter zal worden.

Misschien als gevolg van een wat al te enthousiaste planning in het verleden zit de Zwitserse regering nu met een kerncentrale teveel. De installatie is nog niet gebouwd, maar de voorbereidingen zijn al getroffen en nu is de Zwitserse regering tot de konklusie gekomen dat het ding niet nodig is. Goed, zegt het Kaiseraugst konsortium dat de bouw zou uitvoeren, maar dan moet er wel kompensatie betaald worden. De kwestie moet in het Zwitserse parlement behandeld worden want het gaat om één kompensatie van 5 miljoen Zwitserse francs. Aan de andere kant: de centrale zou 913 miljoen Zwitserse francs gaan kosten.

Het Amerikaanse bureau dat belast is met het toezicht op kerncentrales, de Nuclear Regulatory Commission (NRC), heeft aan acht kerncentrales gevraagd om met spoed een rapport in te sturen over de staat van hun reaktorvat.
Als gevolg van het voortdurend bombardement met radio-aktieve deeltjes zijn die dikke stalen "vaten" bros geworden. En dat is veel sneller gegaan dan berekend was. De NRC wil nu weten wanneer het moment is bereikt, dat de reaktoren echt onveilig worden. Dat is niet het moment dat ze vanzelf in elkaar zouden storten, maar het moment dat ze niet meer in staat zouden zijn om plotselinge noodstops te verwerken. In zo'n geval kan het nodig zijn om het reaktorvat ineens met koud water vol te laten lopen. Bros geworden staal zou dan knappen, als een warme glazen fles in een bak koud water. De kans dat zo'n kerncentrale zou moeten sluiten is gering. Men kan het bros geworden reaktorvat weer restaureren. Volgens de NRC lopen deze onderzoeken naar verbrossing op het moment bij 44 Amerikaanse kerncentrales. Maar ten aanzien van deze acht was men achterdochtiger. G.J.v.L.

Energiesatelliet

Waar in de ruimte hang je een energiesatelliet? Heeft een dergelijke satelliet in een naar verhouding lage baan die een hoek met de evenaar maakt, zin? Zijn banen nog verder van de Aarde af dan de geostationaire hoogte bruikbaar? Hoe wordt een zo hoog mogelijk vermogen verkregen?
Dat zijn vragen waarop Lockheed Missiles and Space Company antwoorden moet vinden in de tweede fase van een studie naar de mogelijkheden voor een energiekunstmaan. De studie wordt verricht in opdracht van de Amerikaanse luchtmacht. Als model heeft men gekozen voor een kunstmaan die een vermogen van tien tot 50 kilowatt moet leveren voor militaire doeleinden.
De nieuwe studiefase betekent verder dat bij Lockheed al ontwerpen moeten worden gemaakt en dat bepaalde onderdelen van zo'n kunstmaan al moeten worden gebouwd. Dat doet men om nieuwe technieken te beproeven en mogelijke problemen bij de uiteindelijk bouw voortijdig op te sporen. Het gevaarte moet vanaf de Aarde gelanceerd worden; men moet dus letten op stevigheid en het gewicht beperken.
Bob Corbett, de projektleider bij Lockheed, verwacht dat men een kunstmaan zal kunnen ontwikkelen die 13 tot 26 watt kan leveren per kilo kunstmaangewicht. Lockheed denkt dat de meeste belangstelling zal uitgaan naar energiekunstmanen voor niet al te hoge banen, die bovendien een hoek maken met de evenaar.
Zonnecellen van gallium-arsenide zullen dan de voorkeur krijgen boven de gebruikelijke siliciumcellen omdat ze beter bestand zijn tegen stralingsafbraak. Voor de akku's van de satelliet heeft men de keus laten vallen op nikkel-waterstof vellen, hoewel die nog niet helemaal klaar zijn voor praktische toepassing. Maar het is al bekend dat deze akku's veel langer meegaan dan andere soorten akku's. G.J.v.L.

Grootste radioteleskoop op evenaar

Gert Kiers

Drie astronomen uit de Derde Wereld hebben een plan gemaakt om een radioteleskoop te bouwen. Nu is dat niet zo verwonderlijk, maar ze willen dat de teleskoop in een Derde Wereldland komt én dat deze betaald gaat worden door een aantal landen (India, Indonesië, Kenia, Nigeria, Egypte) uit de Derde Wereld.

De drie astronomen, G. Swarup uit India, T. R. Odhiambo uit Kenia en S. E. Okoye uit Nigeria, vinden dat er mogelijkheden zijn om voor niet zo heel veel geld een erg grote teleskoop te bouwen. Hun ontwerp gaat dan ook uit van een breedte van 50 meter en een lengte van twee kilometer! Dat is zoiets als twintig voetbalvelden achter elkaar.

Dakgoot

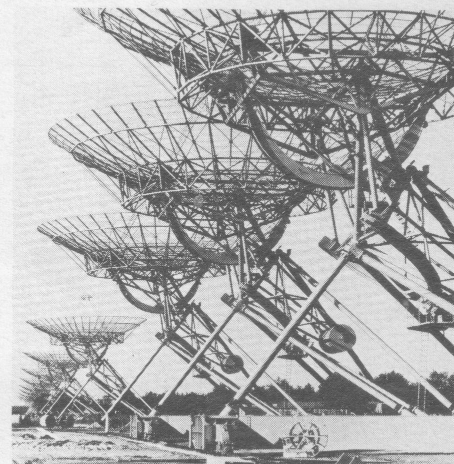
In april 1979 was er een konferentie van astronomen uit de Derde Wereld in Ootacamund in India. Daar hebben de drie professoren Swarup, Odhiambo en Okoye het voorstel gedaan om een Gigantische Ekwatoriale Radioteleskoop (GERT) te bouwen, ergens op de evenaar.
Het twee kilometer lange en vijftig meter breede gevaarte zal de aanblik krijgen van een enorme dakgoot. De dakgoot zal bespannen worden met kilometers draad van roestvrij staal. Dit net van staal kaatst de signalen uit het heelal naar zo'n vierduizend antennes, die over een lengte van twee kilometer boven het netwerk hangen.

Bij die antennes zitten versterkers om het signaal te versterken, voordat het door lange kabels naar een centrale komputer gaat. In deze komputer worden van deze signalen nullen en enen gemaakt en vervolgens in die vorm op een magneetband gezet.
Deze band gaat dan naar de astronoom die om de waarnemingen gevraagd heeft en de gegevens verder gaat verwerken.

Maar nu even terug naar de teleskoop. Met zijn oppervlakte van tien hektare zal hij één van de grootste op deze wereld worden en een plekje krijgen tussen andere giganten als de Westerbork Synthese Radioteleskoop, de Very Large Array in de VS (een groot "Westerbork") en de Arecibo teleskoop op Puerto Rico.

Evenaar biedt voordelen

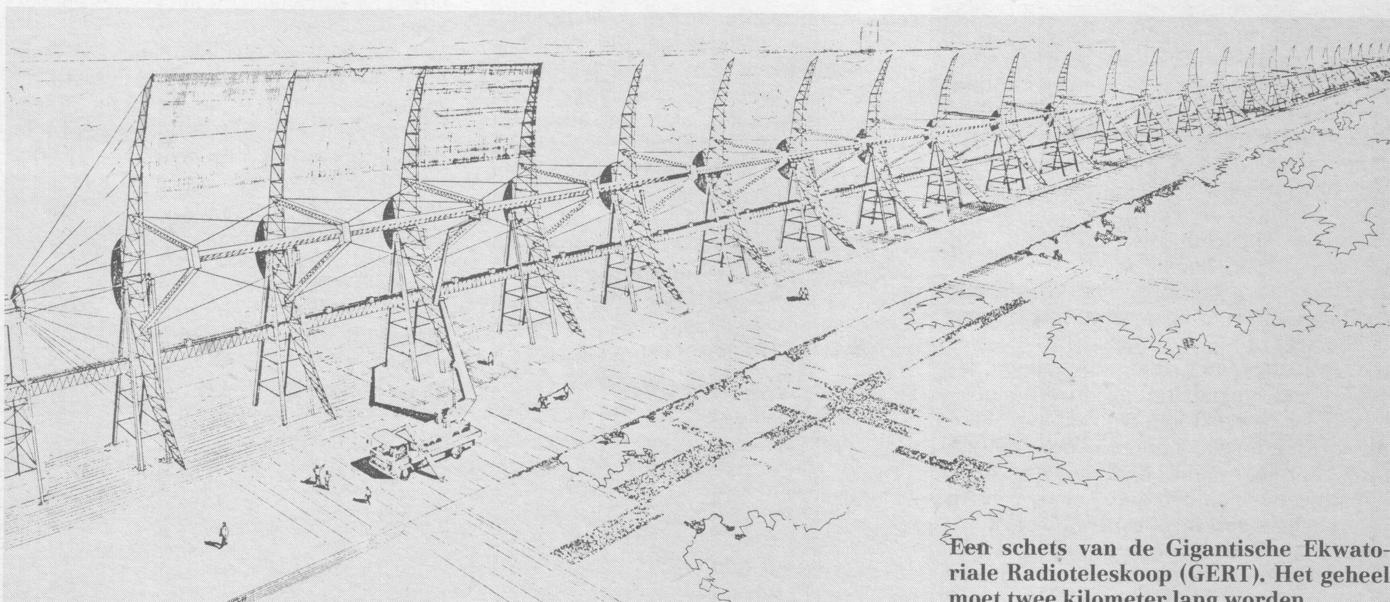
Derde Wereldlanden hebben niet erg veel geld tot hun beschikking en daarom zal de konstruktie van de teleskoop zo goedkoop mogelijk moeten zijn. De opstellers kozen voor een lange, halve cilinder te bouwen op de evenaar.



De Synthese Radioteleskoop in Westerbork is een van de grootste ter wereld. De reeks teleskopen op rij bootst één antenne na met een doorsnede gelijk aan de afstand tussen de eerste en de laatste teleskoop. De afzonderlijke teleskopen staan op een rail waardoor ze verplaatst kunnen worden. Het "onderstel" van de teleskopen zorgt voor een parallaktische of ekwatoriale opstelling, nodig om objekten aan de hemel te volgen.

Juist deze plaats bespaart op de kosten van de konstruktie, want op de evenaar hoeven we geen dure ekwatoriale opstelling te gebruiken om de sterren te volgen.

Een ekwatoriale opstelling heeft als kenmerk dat één van de assen, waaromheen de teleskoop kan draaien, evenwijdig aan de aardas staat. Bij het volgen van sterren hoeft dan alleen maar om deze as gedraaid te worden.

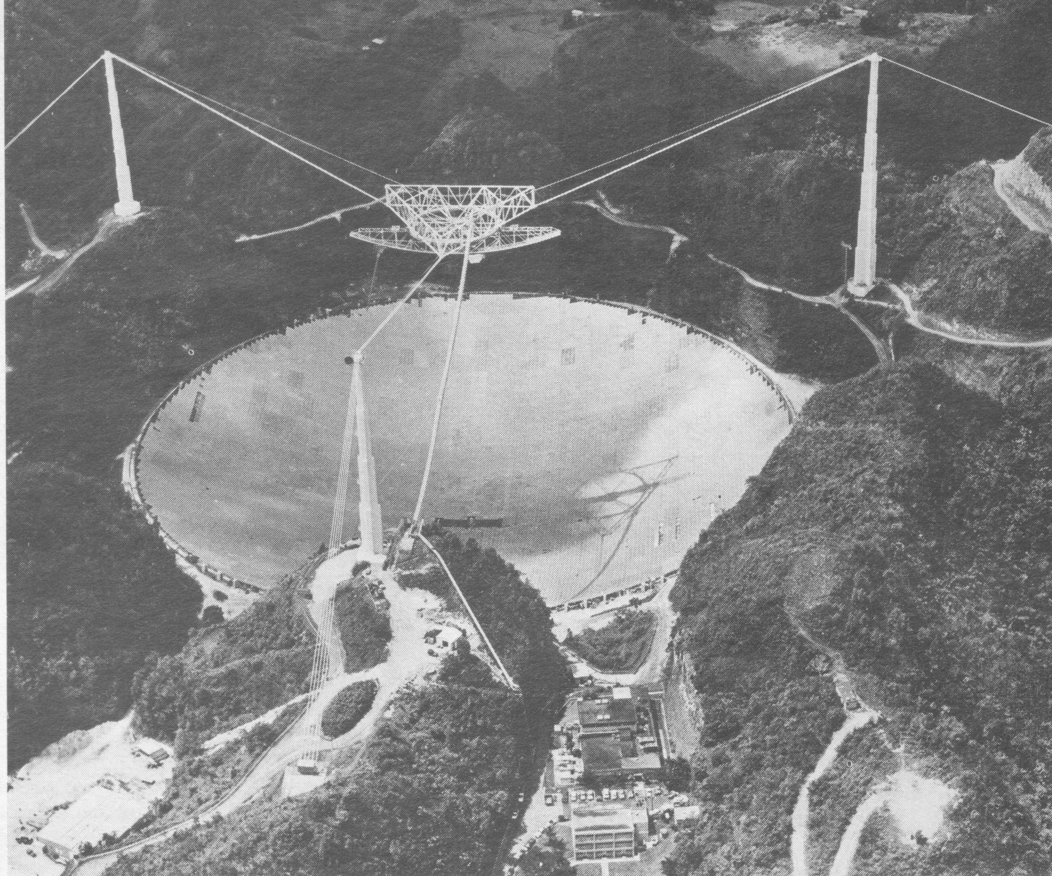


Een schets van de Gigantische Ekwatoriale Radioteleskoop (GERT). Het geheel moet twee kilometer lang worden.

Het nadeel van zo'n opstelling is de prijs; die is erg hoog, behalve ... op de evenaar. Leggen we daar een as in de noord-zuid-richting, dan ligt die al evenwijdig met de aardas. Dat betekent een eenvoudiger konstruktie en hoe simpeler, hoe goedkoper. Stel dat we zo'n twee kilometer lange teleskoop van dit type in de Markerwaard zouden zetten. Dan zouden de steunen waarop de teleskoop moet rusten aan één kant een hoogte van anderhalve kilometer moeten hebben! Het hoogste gebouw op deze wereld, de Sears Tower in Chicago, is nog geen vijfhonderd meter hoog. De kosten zouden de pan uitrijzen, terwijl voor een teleskoop op de evenaar (in 1979) een bedrag van 20 miljoen dollar werd geschat.

Ook nadelen; oplossing

Er is echter een probleempje: de teleskoop kan alleen maar bronnen zien die recht boven de evenaar staan, omdat er geen oost–west-as is waaromheen de teleskoop zou kunnen draaien. Is dat een nadeel? Ja, want zo ziet het instrument tenslotte maar erg weinig van de hemel.
Een oost–west-as aanbrengen gaat niet, want dat geeft weer het bovenstaande "Markerwaard"-probleem, te hoog. Nee, het zijn hier de elektronika en de wiskunde die de astronoom uit de problemen helpen.
De signalen die binnenkomen in de komputer, kunnen op veel manieren bewerkt worden. Zo kunnen alle binnenkomende signalen gewoon bij elkaar opgeteld worden. Het kan echter ook ingewikkelder. Het is mogelijk om signalen van enkele antennes even te laten wachten, voordat ze binnen mogen komen. Door nu bepaalde signalen te vertragen en vervolgens op te tellen bij niet vertraagde signalen, kan men de teleskoop naar andere plaatsen laten kijken dan recht boven zich. De astronomen gebruiken elektronische technieken om de vertragingen aan te brengen. Vroeger, dat is zo'n vijf jaar geleden, gebruikten ze daar enorm lange kabels voor, zodat het signaal lang genoeg onderweg was. Maar sinds ze van de signalen enen en nullen maken, kunnen astronomen voor het maken van vertragingen volstaan met een kastje elektronika van de grootte van een pak waspoeder.
Een ander hulpmiddel dat de astronomen gebruiken, komt uit de wiskunde. Het heet de Fourier-analyse en wordt in een aantal gebieden van



De radioteleskoop van Arecibo op Puerto Rico is een voorbeeld van een vast opgestelde antenne; hij heeft daardoor maar een betrekkelijk klein blikveld. Door de draaiing van de Aarde schuiven steeds andere delen van de hemel er recht boven door het beeld. Foto Cornell University

de wetenschap gebruikt waar men te maken heeft met het verwerken van signalen. Met die techniek kan men een heel samenstel van trillingen scheiden in de afzonderlijk bijdragende trillingen (signalen). Voorbeelden zijn de radiosterrenkunde en de medische onderzoeken.
Met de toepassing van de Fourier-analyse op de binnenkomende signalen, al dan niet vertraagd, gebeurt het ongelooflijke; de uitkomst is alsof de teleskoop op een ander gedeelte van de hemel gericht stond. De gevoeligheid is wel iets lager, maar het instrument kan nu driekwart van de hemel zien.

Snel werken met de teleskoop

Het grote oppervlak geeft al aan dat de teleskoop gevoelig is, want het kan daardoor meer signaal opvangen. Het is te vergelijken met iemand die regenwater wil opvangen in een melkfles. De oppervlakte van de hals is vrij klein en er zal dus niet zo snel water verzameld worden. Dat gaat anders, wanneer we de oppervlakte om het water op te vangen gaan vergroten, bijvoorbeeld door de regen in een dakgoot te laten vallen.
Door de grote gevoeligheid en de eerder genoemde elektronika en de Fourier-analyse moet het mogelijk zijn om straks in 24 uur de helderheid van veertigduizend radiobronnen te meten.
Deze vlotte bediening geeft astronomen de mogelijkheid om veel bronnen in de gaten te houden. Met bijvoorbeeld de Westerbork-teleskopen kunnen ze nu in enkele uren of soms enkele dagen maar één bron bekijken. Ze weten dan ook vaak wel meer dan alleen de helderheid, maar snelle veranderingen, zoals explosies in een bron, zien ze niet.
Met de evenaar-teleskoop kunnen astronomen van veertigduizend radiobronnen deze veranderingen wel zien en dat geeft naar verwachting weer nieuwe informatie over het reilen en zeilen van de radiobronnen.

Giraffen . . .

Oja, als de teleskoop er ooit komt (dat hangt van beschikbaar geld af), dan zijn er twee landen die meedoen in de "strijd" om de teleskoop: Kenia en Indonesië, want daar loopt de evenaar overheen.
Wordt het Kenia, dan stijgen de kosten. De teleskoop moet hoger van de grond komen om er giraffen onder door te kunnen laten lopen.

Turen in de ruimte

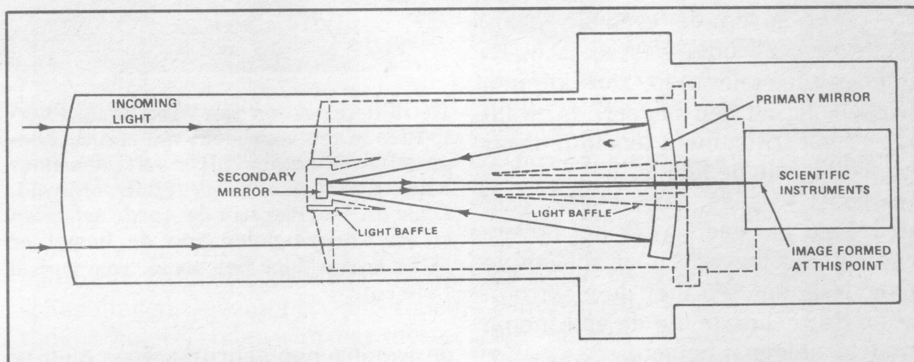
Rik Bosch en Huub Eggen

In 1985 moet de *Ruimte-teleskoop* gelanceerd worden. Met deze teleskoop, die een spiegel van 2,39 meter in doorsnede heeft, zullen astronomen misschien tot aan de grens van het zichtbare heelal kunnen kijken. Er wordt door astronomen dan ook verlangend naar de lancering uitgekeken. De spiegel is bijna klaar en in de organisatie rond het verwerken van de metingen van de teleskoop zijn kort geleden twee belangrijke beslissingen genomen.

De spiegel is op het aanbrengen van twee beschermende laagjes na klaar. Hij bestaat uit twee glasschijven die elk ongeveer 25 millimeter dik zijn. De glasplaten zijn van bijzonder hoge kwaliteit en zetten heel weinig uit. Ze raken elkaar niet, want ze zijn gescheiden door een struktuur die veel weg heeft van een honingraat. De ontwerpers hebben de spiegel zo samengesteld om eventuele veranderingen in de konstruktie onder invloed van warmte of zwaartekracht tot een minimum te beperken.
Nadat de spiegel gemonteerd was, werd hij geslepen en gepolijst. Dat gebeurde uiterst nauwkeurig; het oppervlak wijkt nergens meer dan drieduizendste millimeter van zijn ideale vorm af. Op de spiegel moet nog een laagje zuiver aluminium aangebracht worden, met daarover heen een beschermend laagje magnesium. Dat wordt gedaan om te voorkomen dat het aluminium gaat roesten.
Door de coating zal de spiegel bijzonder veel licht weerkaatsen. Bovendien zal hij "licht" uit een breed spektrum weerspiegelen. Dat loopt van 121,6 nanometer, ver in het ultraviolet, tot 1000 mikrometer, diep in het infrarood.

Enorme stroom gegevens

De twaalf ton wegende teleskoop, uitgerust met een nauwkeurig richtsysteem en vanaf de Aarde bestuurd, wordt met een Space Shuttle in een baan op 595 km boven het aardoppervlak gebracht. Daar heeft hij geen last meer van de aardse dampkring die het beeld bij ons vertroebelt en ultraviolette en infrarode straling grotendeels tegenhoudt. Met de teleskoop zullen naar verwachting dan ook talloze hemellichamen te zien zijn die men nooit eerder heeft kunnen waarnemen, misschien wel tot planeten rond andere sterren aan toe.



Schema van het optische systeem.



Uiterst nauwkeurige kontrole van de spiegel. Foto MSFC.

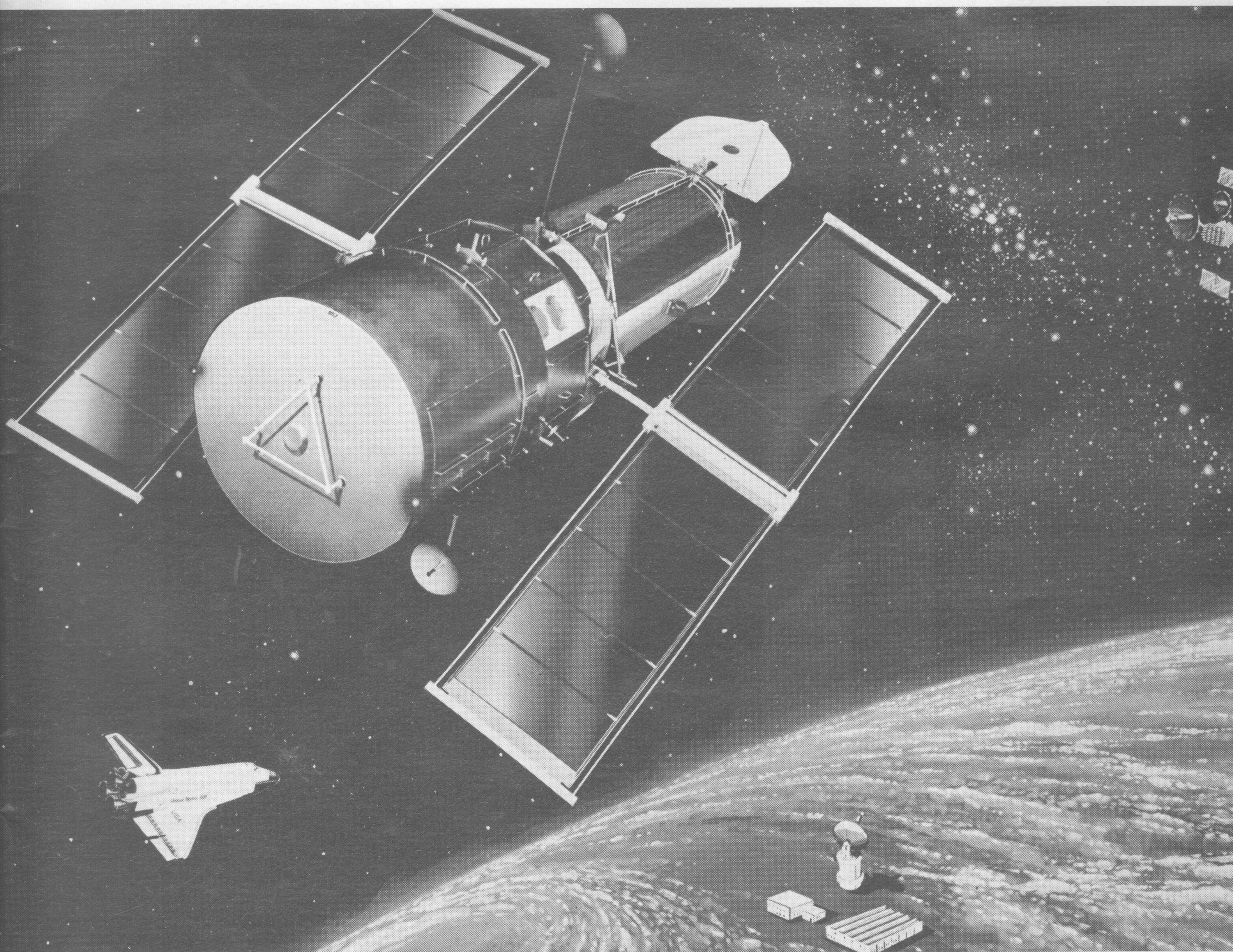
Het zichtbare heelal

Met de Ruimte-teleskoop kan misschien tot aan de rand van het zichtbare heelal worden gekeken. De afmeting van het zichtbare heelal hangt nauw samen met de ontstaanswijze van het heelal. Het huidige idee daarover is dat zo rond 15 miljard jaar (of misschien nog langer) geleden een geweldige oerknal (de Big Bang) plaats vond, waarna materie in alle richtingen weg begon te bewegen.
Als we zo'n 15 miljard lichtjaar ver kunnen kijken, dan blikken we meteen even ver terug in het verleden. Dat betekent volgens de theorie dat we het heelal dan zien zoals het onmiddellijk na zijn ontstaan was. Aangezien niemand weet hoe het heelal ten tijde van de oerknal er uit zag, en of er vóór die oerknal nog iets was, valt ook niet te zeggen of er verder weg dan die 15 miljard lichtjaar in het heelal wel iets aanwezig is en dus iets gezien kan worden.
Daarom leggen astronomen daar de "grens" van het heelal dat we kunnen waarnemen. Het spannende met de Ruimte-teleskoop wordt hoever precies hij nog dingen ziet.

Het hoofdinstituut komt op het terrein van de Johns Hopkins universiteit bij de Amerikaanse stad Boston. Op 1 september kreeg dat nog niet bestaande instituut zijn eerste direkteur. Die zal moeten gaan zorgen voor de inrichting en de bemanning van het Space Telescope Science Institute, dat het wetenschappelijke kontrolecentrum voor de teleskoop gaat worden.
Ook in Europa komt een speciaal instituut, de European Coordinating Facility; dat wordt ondergebracht bij het hoofdkwartier van de Europese zuidelijke sterrenwacht in Garching bei München. De beslissing daarover werd afgelopen juli genomen, en betekent dat het instituut niet naar de sterrenwacht van Edinburgh gaat, zoals Engelse astronomen hadden gehoopt (zie het berichtje over Starlink in A&K 10/1981).
Europa richt een eigen instituut in omdat de ESA deelneemt in het Ruimte-teleskoop projekt. Daar staat dan tegenover dat astronomen uit de ESA-lidstaten gelegenheid krijgen met de teleskoop te werken en de beschikking krijgen over metingen die met de teleskoop zijn gedaan.

Europese inbreng

De ESA draagt twee onderdelen van de teleskoop bij. Dat zijn een kamera voor zwakke objekten (Faint Object Camera - FOC, te plaatsen in het brandvlak van de teleskoop) en de twee zonnepanelen voor de energievoorziening van de teleskoop. De FOC maakt optimaal gebruik van het feit dat de teleskoop bijzonder veel licht vangt, uiterst nauwkeurig kan worden gericht en daardoor erg fijne details kan zien.
De zonnecelpanelen bevatten 48.760 cellen en beslaan elk een oppervlak van 32,5 vierkante meter. Ze moeten een vermogen van 5 kilowatt leveren (dat is wat twee wasmachines op volle toeren werkend verbruiken); na verloop van tijd neemt het vermogen door slijtage aan de cellen langzaam af.
Zoals gezegd wordt de teleskoop met de Space Shuttle gelanceerd. Hij is zo gebouwd dat hij ook door astronauten bezocht en onderhouden kan worden. Dat moet een nuttige levensduur van 15 jaar opleveren. De teleskoop zorgt in zijn eentje voor meer dan twee keer zoveel waarnemingstijd van hoge kwaliteit als nu alle grote teleskopen op Aarde samen. Astronomen gaan dan ook een uitstekende tijd tegemoet.



De Ruimte-teleskoop wordt gelanceerd met een Space Shuttle en staat via een speciale satelliet voortdurend in kontakt met de Aarde. Foto MSFC.

Met de sterren de Stille Oceaan over

Co Baarslag

In de rubriek "De hemel in . . ." besteden we regelmatig aandacht aan de kennis van sterrenamen en -beelden, hun geschiedenis en hun funktie in het leven van de verschillende volkeren. Dit geheel valt onder de verwaarloosde wetenschap van de *astrognosie*. Iemand die daar in thuis is, zou men astrognost kunnen noemen. De Polynesiërs, de bewoners van de eilanden in het zuidwesten van de Stille Oceaan, waren echte specialisten in de astrognosie. Hun kennis en kunde is helaas verloren gegaan zonder dat westerse onderzoekers er ooit veel aandacht aan hebben willen besteden.

De positieleer van sterren en "figuurtjes" was vroeger nodig om te leven, om woestijnen en toendra's door te trekken. Zowel herders als vissers waren astrognosten. Dit facet van de astronomie valt niet onder de exakte wetenschappen, maar onder anthropologie, kultuurhistorie, enz. Wat het geven en gebruiken van namen betreft, waren de Malayo-Polynesiërs ongetwijfeld de verstgevorderden. Zij hadden ook een uitgebreide en unieke woordenschat voor alle mogelijke werkingen in de atmosfeer, windsoorten en zeestromingen. Het waren inventieve technici.

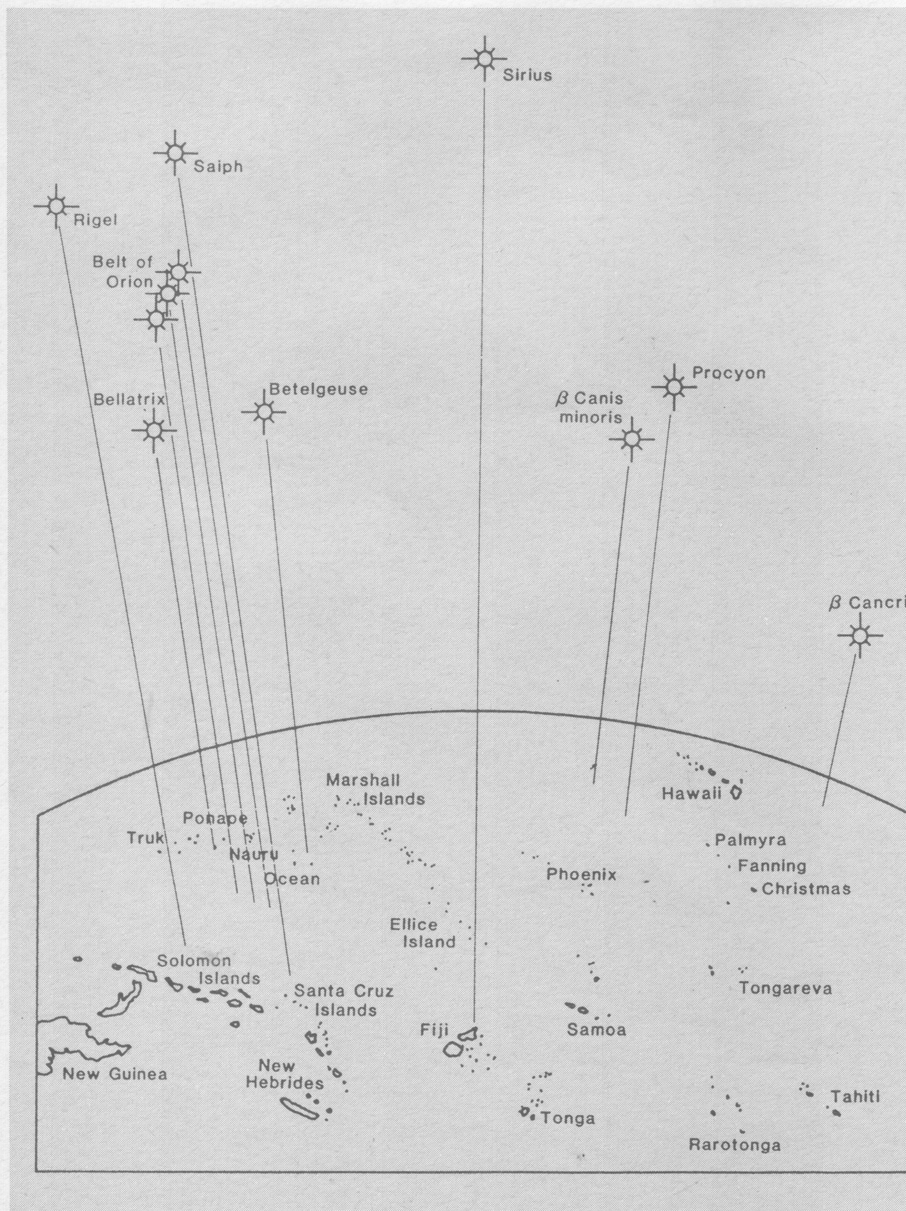
Hoe werden al die eilandjes in de Stille Oceaan bewoond? Hoe kon men zulke afstanden overbruggen? Men dacht dat 90 of meer procent door schipbreuk of ontbering verongelukte, en dat op de lange duur telkens enkele mensen op één van die duizenden eilandjes belandden, min of meer per toeval, met de stroming meedrijvend. Deze zienswijze is achterhaald, toen bleek hoe men een duizend kilometer verderop liggend eilandje precies kon bereiken, ook tegen de zeestroom in.

Bij de Duitse schrijver A. Krämer lezen we hoe de Samoanen en Marquesanen hun nachtelijke posities op zee bepaalden uit de stand der sterren. Een westerse onderzoeker die zo'n tocht meemaakte, hoorde hoe de "astrognost" alle sterrenamen luidkeels afriep ten behoeve van de navigator. Hij lag op zijn rug in de lengterichting van de boot en keek doorgaans recht omhoog, tenzij hij de opkomende sterren meldde. De "onderzoeker" tekende er totaal niets van op.

Voorgoed verloren kennis

De Amerikaan Robert C. Suggs vertelt hoe een westerse geleerde (een ethnograaf) zelfs zijn beklag doet omdat een oude man de hele nacht door alle namen van de sterren aftelde en intussen nog kans zag af en toe de "gebruiksaanwijzing" aan de Europeaan door te geven. De "geleerde" tekende niets op.

Zo ook bij de Franse missionaris Laval, die in 1849 op de Tuamotu-eilanden arriveerde en genoodzaakt was zijn tochten te maken met de dubbele



Bewoners van de eilanden in het zuidwesten van de Stille Oceaan gebruikten de sterren van Orion en de Grote en Kleine Hond om zich op zee te oriënteren. De verschillende sterren gaan maar op één geografische breedte door het zenit; ligt op die breedte een eiland, dan kan die ster dienen als gemakkelijk oriëntatiepunt voor zo'n eiland. Naar H. Gatty, The Raft Book, Grady, New York, 1943.

oceaankano's van de inlanders. Hij heeft het over "reeksen van sterren" en "steeds maakte men berekeningen met weer andere sterren". Men heeft resten van dubbelkano's gevonden, die 35 meter lang waren.
Suggs schrijft spijtig: "Van hun navigatietechniek is ons geen detail meer bekend. Hun kennis van de sterrenkunde is zo goed als geheel verdwenen. Door lange ondervinding hadden ze geleerd hoe en waar de hemel verandert met de seizoenen. Waar de westerling geen verschil bespeurt, zien zij iets, zoals de tint van het water, de diepte van de stromingen; hun geoefende neus herkent geuren, ze stellen heel in de verte onzichtbaar land vast door hun kennis van de wolkenformaties die erboven hangen; zij horen welke branding gevaarlijk of ongevaarlijk is. Men moet hen de grootste zeevaarders aller tijden achten. Bij hun prestaties zinken de verrichtingen van Foeniciërs, Romeinen en Vikingen geheel in het niet."
Zo hadden deze zeekampioenen handelsroutes over een gebied met een doorsnee van 30.000 km. Van Japan tot Taiwan en Nieuw-Zeeland, van Afrika tot in Zuid-Amerika treffen we nog enkele van hun woorden aan. De astronomische kennis echter, die aan dit unikum uit de historie van onze planeet ten grondslag ligt, is verdwenen. Een niet meer in te halen verzuim. In de grootste Zuid- en Oostaziatische en Oceanische woordenboeken treffen we weliswaar nog legio namen aan, maar bijna altijd staat erachter: *"a star"* of *"a constellation"*. En dan weet men nog niets.

Een boeiend boek over deze materie van Robert Suggs is in het Nederlands vertaald. Het heet "Kulturen van Polynesië" en verscheen in 1967 bij het Spectrum te Utrecht.

Bijzonder planetenjaar

Aardbevingen, vloedgolven, vulkaanuitbarstingen zullen in 1982 de wereld teisteren. Die voorspelling begon vanaf het midden van de jaren '70 via pamfletten en artikelen bekendheid te krijgen. Waar die voorspelling vandaan kwam, werd niet erg duidelijk.

De "schuldigen" bleken uiteindelijk twee jonge Engelse astronomen te zijn, John Gribbin en Stephen Plagemann. Zij lanceerden in 1971 via het gerenommeerde blad Science een theorie die ze later uitwerkten in hun boek "Het Jupiter-effekt". Ze baseerden zich op twee uitgangspunten.

Alle planeten op één lijn

In 1982 zullen alle planeten van ons zonnestelsel min of meer op één lijn komen te staan. Precies op één lijn verschijnen ze niet en de gebeurtenis heeft ook niet op één tijdstip plaats, maar speelt zich af over de loop van een aantal maanden. Dit verschijnsel is vrij zeldzaam. Gemiddeld treedt het maar eens per 179 jaar op. Al die planeten samen versterken de getijde-effekten op de Aarde en de Zon iets meer dan normaal.
Omdat Jupiter als grootste planeet de meeste invloed heeft, ontstond de benaming Jupiter-effekt.
Gribbin en Plagemann verwachtten indertijd in 1982 ook een zonnevlekkenmaximum. Dat treedt gemiddeld eens in de elf jaar op, maar erg regelmatig is die periode niet. De extra aktieve Zon zou door het Jupiter-effekt een meer dan normaal sterke en energierijke zonnewind krijgen. Zonnewind plus getijdewerking zouden op Aarde de natuurlijke elementen extra aktiveren en zo voor een verhoogde kans op grote natuurrampen zorgen.

De wereld vergaat nog niet

Helaas voor de Engelse astronomen verstoorde de Zon hun ideeën door al in 1979 in snel tempo aktief te worden; in de eerste helft van 1980 bereikte de Zon haar hoogtepunt in de zonnevlekkenaktiviteit. In juni 1980 trok Gribbin zijn theorie dan ook in. Bovendien betreurde hij het toen dat zijn theorie gebruikt was door allerlei wazige figuren om woeste berichten de wereld in te sturen.
In 1982 zullen daarom niet meer aardbevingen, overstromingen en vulkaanuitbarstingen voorkomen dan normaal, en eventuele bijzondere gebeurtenissen zullen met het Jupitereffekt niets te maken hebben.
Het enige wat we wel zullen zien, is een reeks fraaie samenstanden van planeten. Een voorproefje daarvan hebben we dit jaar al gehad toen Jupiter en Saturnus lange tijd dicht bij elkaar aan de hemel stonden. Vanaf augustus zijn ze zich van elkaar aan het verwijderen, maar toch kunnen we in december al een mooi schouwspel zien van Jupiter, Saturnus en Mars die dicht bij elkaar aan de ochtendhemel staan. Later komen daar af en toe Mercurius en enige tijd Venus bij. Ook zal de Maan regelmatig voorbij schuiven. Die samenstanden zijn met een eenvoudige kamera al te fotograferen, en ze zullen mooie plaatjes kunnen opleveren. H.E.



Vier planeten en de Maan bij elkaar aan de ochtendhemel op 8 mei 1774 vormden niet alleen een fraai schouwspel, maar riepen in die tijd onder bijgelovige mensen ook angst op. Dat was voor Eise Eisinga in Franeker aanleiding zijn nu wereldberoemde planetarium te bouwen. Daarmee kon hij laten zien hoe zo'n samenstand ontstond en dat er niets onheilspellends aan was. De prent, een gewassen pentekening van P. J. Portier, is te vinden in het boek "Friesche sterrekonst" dat ter gelegenheid van het tweehonderd-jarig bestaan van het planetarium verscheen. Het is geschreven door Harke Terpstra, de konservator van het planetarium, uitgegeven bij T. Wever in Franeker en het kost 95 gulden.

De Zon in het ultraviolet

Dr. W. van Tend Foto's NASA

Wanneer we in het ultraviolet naar de Zon kijken, kunnen we waarnemingen doen op verschillende hoogten boven het zichtbare zonsoppervlak. Dat levert informatie op over temperaturen, gasbewegingen, magneetvelden en misschien zelfs wel het energietransport in de dunne laag tussen zonsoppervlak en zonnekorona.

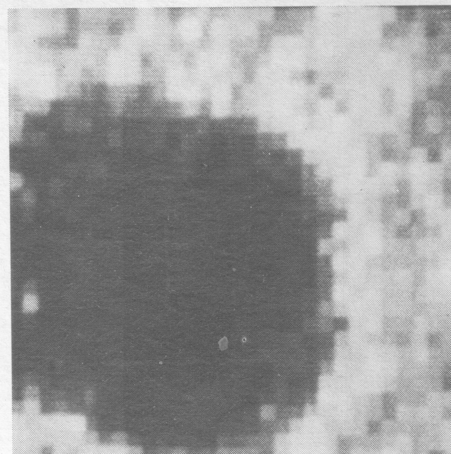
Eén van de instrumenten aan boord van de Solar Maximum Mission (SMM) kunstmaan was de Ultraviolet Spektrometer Polarimeter (UVSP). De UVSP was een verbeterde uitvoering van een instrumenttype dat al eerder gebruikt was aan boord van de OSO kunstmanen. Het is ontwikkeld door de NASA-centra in Huntsville (Alabama) en Greenbelt (Maryland).
Het instrument leverde foto's van de Zon in ultraviolet licht. Dat ultraviolette licht is vooral afkomstig uit de dunne laag tussen de naar verhouding koele lagen boven het zonsoppervlak en de zeer hete zonnekorona verder naar buiten.
De belangrijkste straling uit die dunne laag is afkomstig van deeltjes van de elementen koolstof, silicium en zuurstof, die bij de heersende temperaturen drie elektronen verloren hebben, en van magnesiumdeeltjes, die één elektron missen. De metingen van de UVSP kunnen gegevens leveren over de temperaturen, bewegingen en magneetvelden in het gas waarin zich de deeltjes bevinden, die de ultraviolette straling uitzenden. Om deze grootheden af te leiden gebruikt men de sterkte van de straling, de verdeling ervan over de golflengten en de polarisatie, dat wil zeggen de voorkeurstrillingsrichting van de ontvangen lichtgolf.

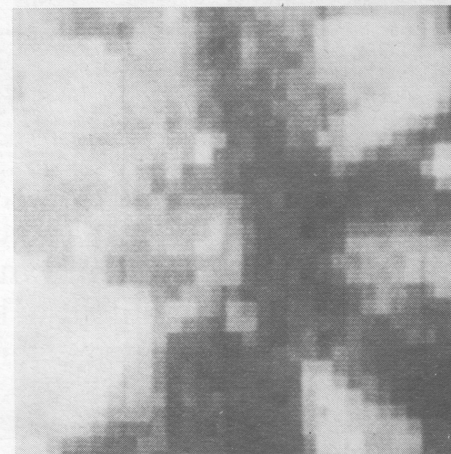
Verschil in hoogte

Magnesiumdeeltjes zenden ultraviolet licht uit bij een lagere temperatuur dan koolstofdeeltjes. In de overgangslaag onder de zonnekorona neemt de temperatuur naar buiten toe.
Bij de golflengte van magnesiumlicht krijgen we zo een beeld van een diepe, koele laag. Bij de golflengte van koolstoflicht zien we een hetere laag daarboven. Een grote zonnevlek vertoont zich in magnesiumlicht duidelijk. De zonnevlek is de bovenkant van een magneetveldbuis. Op grotere hoogte is de druk lager, en kan het magneetveld naar alle kanten uitwaaieren. De doorsnede van de buis is daar niet meer te zien: het uitwaaieren geeft een stervormig beeld in het koolstoflicht uit de hogere laag.

Magneetvelden meten

Door het uitwaaieren is het magneetveld op grotere hoogte zwakker dan aan het zonsoppervlak. De sterkte ervan is te bepalen uit de polarisatie van de ultraviolette straling. In één geval vond de UVSP een veldsterkte van ongeveer een derde van die aan het oppervlak. Dat was meer dan verwacht was, maar gezien de onzekerheden in de bepaling is bestudering van meer gevallen nodig.



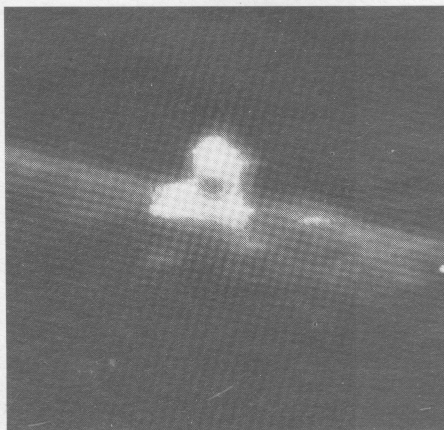


In magnesiumlicht (boven) kijken we diep in de atmosfeer van de Zon en zien een grote zonnevlek. Op enige hoogte boven het zonsoppervlak, waar het koolstoflicht van het plaatje beneden vandaan komt, is het magneetveld uitgewaaierd; er is een stervormig beeld ontstaan.

Gasbewegingen

Naast magneetvelden kan men ook snelheden bepalen. Door naar ons toe bewegend gas anders te kleuren dan van ons af bewegend gas, krijgen we een indruk van de stroming binnen de magneetveldboog.



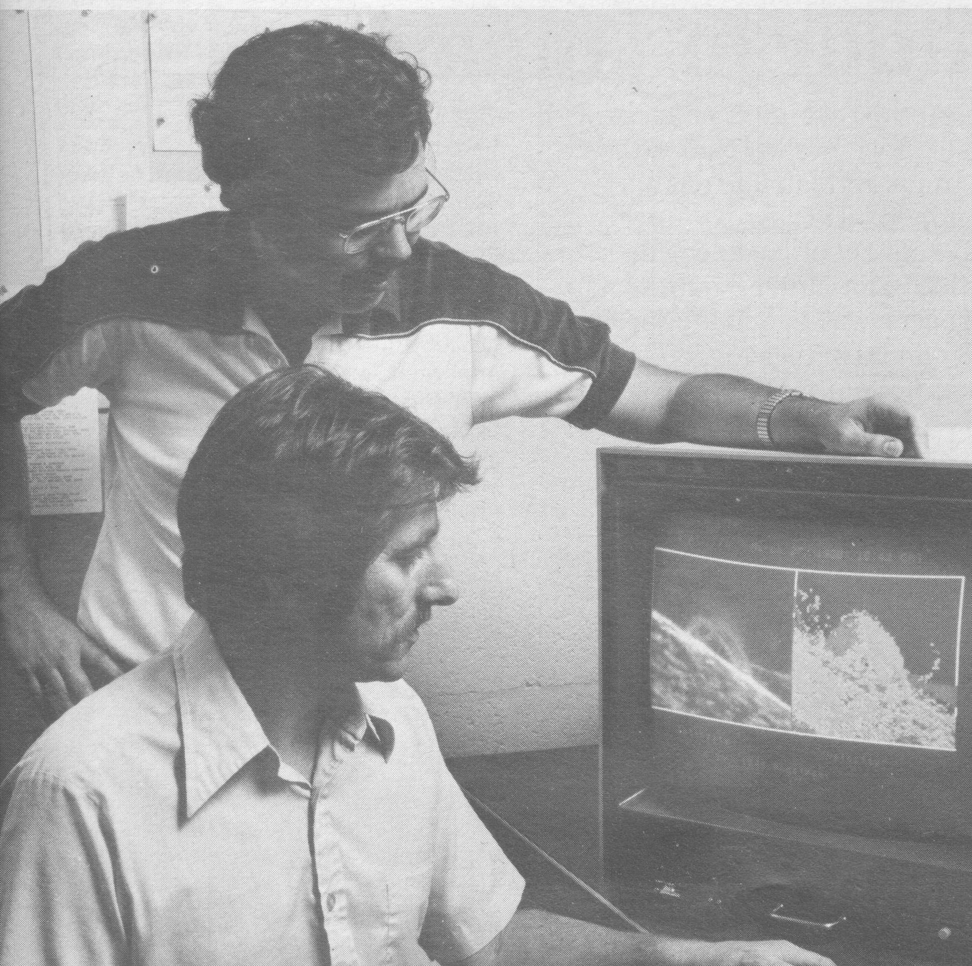




Een tijdreeks van de zonnevlam van 30 april 1980, opgenomen met de UVSP. De foto's beslaan samen een tijdvak van ongeveer twee uur.

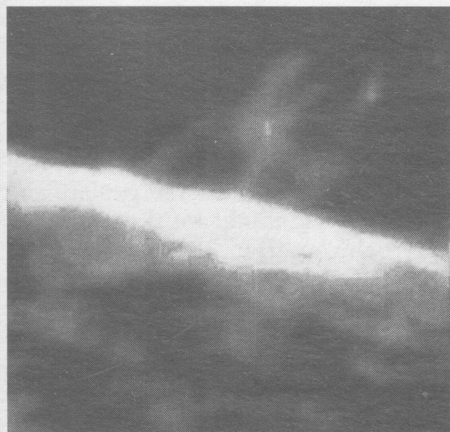
Bijzondere zonnewaarnemingen

Hoewel de SMM niet meer goed op de Zon gericht kan worden, zijn aan boord een paar instrumenten die nog steeds waardevolle metingen kunnen doen. Een daarvan is een Amerikaans-Duits instrument dat gammastraling en neutronen meet.
Met dat instrument registreerden de onderzoekers bij de zonnevlam van 27 april 1981 gammastraling die bij nadere bestudering bleek te wijzen op processen die men in theorie wel kende maar op de Zon nog nooit had waargenomen. De straling werd veroorzaakt doordat bijna met de lichtsnelheid bewegende protonen in de "dampkring" van de Zon botsten met aanwezige atomen. Daarbij ging het met name om atomen van de elementen stikstof, silicium, magnesium, ijzer, lithium en beryllium. Botsingen van het soort als waar het hier om ging, leveren gammastraling met een energie die voor elk atoom anders is. Daardoor levert analyse van de gammastraling aanwijzingen voor de hoeveelheden van die atomen. Bovendien kon men uit de metingen ook informatie halen over het proces dat de protonen tot zulke enorme snelheden weet te versnellen. De waarnemingen werden trouwens bevestigd door een Japanse zonnesatelliet.
Met hetzelfde instrument registreerde men na de zonnevlam van 21 juni 1980, de krachtigste van de afgelopen periode van grote zonne-aktiviteit, neutronen direkt afkomstig van de Zon. Dat was ook voor het eerst. Vrije neutronen hebben maar een levensduur van zo'n 15 minuten. Aangezien de Zon op iets meer dan 8 lichtminuten van ons af staat, moeten die neutronen dus een enorme snelheid hebben gehad en vrijwel rechtstreeks naar de Aarde zijn gekomen.
Een heel bijzondere waarneming deed een Amerikaanse militaire satelliet op 31 augustus 1979. Een kleine komeet vond op die dag de vuurdood toen hij recht op de Zon afvloog en volkomen verdampte. Slechts een stofwolk bleef over. De waarneming is afgelopen oktober pas bekend gemaakt. ■



Onderzoekers die met de UVSP werkten bekijken een magnetische boog aan de zonsrand (links op het scherm). Met de UVSP kon men gasbewegingen meten. Gas dat naar ons toe beweegt, heeft men blauw gekleurd, rechts, gas dat van ons af beweegt, heeft men een rode tint gegeven, links. Daardoor wordt de stromingsrichting herkenbaar (rechts).

Snel opeenvolgende metingen van de gasbeweging hebben aangetoond dat er in de overgangslaag onder de korona golfbewegingen zijn. Boven twee zonnevlekken vond men periodes van respektievelijk 130 en 170 sekonden. Misschien is het deze golfbeweging die energie van onder het zonsoppervlak naar boven brengt, waardoor de korona zo heet wordt.



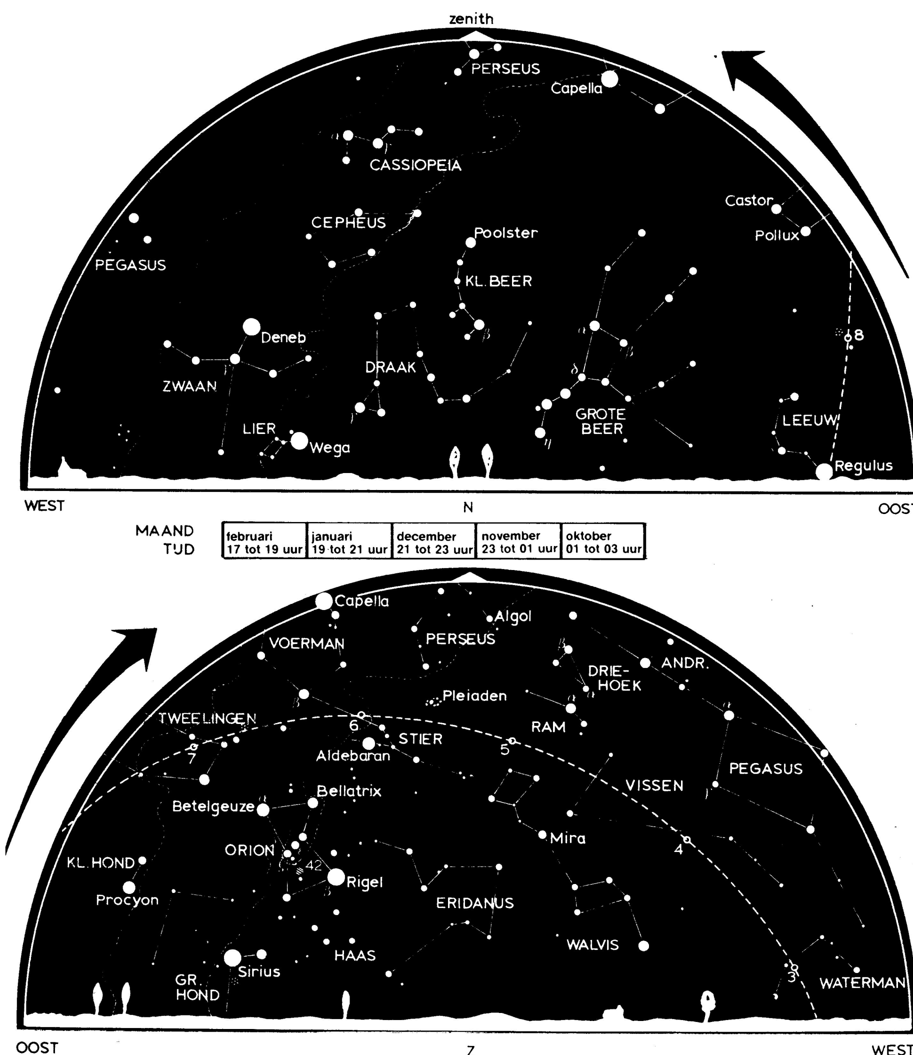
Opnamen van zonnevlammen

In samenwerking met de andere instrumenten van de Solar Maximum Mission kunstmaan heeft de UVSP ook opnamen gemaakt van zonnevlammen. De afbeeldingen van de UVSP hadden dan vaak een groter gezichtsveld en toonden fijnere details dan mogelijk was bij de andere instrumenten in andere golflengtegebieden. Het overseinen van al die details vergde wel veel tijd: de UVSP leverde maar om de paar minuten een plaatje, terwijl andere instrumenten om de paar sekonden een grovere opname konden verschaffen.
Eén van de fraaiste tijdreeksen van een zonnevlam werd verkregen op 30 april 1980. Opnamen van die zonnevlam, gemaakt door het Nederlands/Britse röntgenstralingsinstrument (HXIS) in de Solar Maximum Mission zijn te zien geweest in A&K 10/1980. Hier zijn nu vier ultraviolet-opnamen, gemaakt door de UVSP, van die vlam te zien. In het begin van de vlam stroomt gas omhoog langs een magnetische boog vanuit een kleine heldere kern. Later is het gas over een grotere ruimte verspreid, waarbij de helderheid langzaam afneemt.

Hemel en natuur in januari

Co Baarslag
Ada Molkenboer
Andries Sabelis

De kalender vertelt ons dat er een nieuwe cyklus is aangebroken. Bij het kosmische karakter ervan staan we niet zo vaak stil. We zijn min of meer verstrikt geraakt in het industriële cyklusgebeuren met tal van kleine "kringlopen". De gasrekeningen, de huur, de luister- en kijkgelden. Het koel-zakelijke kreeg de overhand. Lotsverbondenheid en intimiteit met land en natuur zijn snel op de achtergrond geraakt. Vroeger was een kalender een meer natuurlijke tijdsindeling; zelfs de later ingevoegde heiligendagen associeerde men terstond met het natuurlijke verloop op het land. Het land waarop en waarvan men leefde, het land dat de voorouders "aan de zee ontrukt" hadden.



Datum	Begin van de ochtend schemering	Zons opkomst	Zons ondergang	Einde van de avond schemering	Deklinatie Zon 0h UT	Afstand Zon in milj. km
1 jan	06h42m	08h47m	16h38m	18h43m	−23°04	146.516
6 jan	06 42	08 47	16 44	18 47	−22 35	146.512
11 jan	06 41	08 44	16 51	18 54	−21 55	146.527
16 jan	06 39	08 41	16 59	19 01	−21 05	146.564
21 jan	06 36	08 35	17 07	19 08	−20 05	146.623
26 jan	06 32	08 29	17 15	19 14	−18 55	146.702
31 jan	06 25	08 22	17 24	19 22	−17 36	146.795

De natuur in januari

In de dorre wintermaanden trekken bos en hei toch altijd wandelaars. Omdat het blad van boom en struik verdwenen is, laat het bos in de winter een kant zien die in de rest van het jaar vaak minder opvalt: zijn struktuur. Die weerspiegelt de mengeling van natuurlijke en menselijke aktiviteit, die samen voor het uiterlijk van onze huidige bossen hebben gezorgd.

Bos neemt in ons land ongeveer 290.000 hektare in beslag; dat is ruim 8% van ons landoppervlak. België is met een areaal van rond 617.000 hektare (20%) van het landoppervlak, veel rijker aan bos. Naar verhouding tot het landoppervlak is in West-Europa alleen Ierland nog armer aan bos dan Nederland. Naaldbos maakt 80% van ons bosoppervlak uit, loofbos 15% en grienden, hakhout en dergelijke 5%. Daarvan is alle naaldbos door de mens aangeplant en een behoorlijk deel van het loofbos en de grienden.

De struktuur van bos bestaat uit drie niveaus of etages: de hoge bomen die een kroonlaag (de boomtoppen) op een ongeveer gelijke hoogte hebben, de struiklaag met struiken tot hooguit een paar meter hoogte, en de kruidlaag, de echte bodembedekkers en planten die tot zo'n 50 cm of wat meer reiken.

In de winter zijn vrijwel alle bomen, struiken en lagere planten in het bos kaal. Dat maakt het herkennen van sommige soorten moeilijk, terwijl andere ook in verdroogde of kale vorm goed opvallen. In onze bossen komen altijd groene heesters voor die hier van nature niet thuishoren. Altijd groen blijven ook de naaldbomen, tenminste dat denkt iedereen. De larix verliest in de herfst echter al zijn naalden, terwijl de overige naaldbomen eenderde van hun naalden kwijtraken en de rest enigszins verkleurt.

Naaldbossen

De afgevallen naalden worden op de grond omgezet in minerale bestanddelen die de bodem een zuur karakter geven (een lage pH). Nu houden veel levensvormen niet zo van zuur en onder naaldbomen komt daarom geen erg gevarieerd leven voor. Onze naaldbossen zijn aangeplant op de arme gronden die al zuur waren en de naaldbomen houden dat zo. Vaak zijn de bomen in naaldbossen bovendien zo dicht op elkaar geplant dat nauwelijks zonlicht tot de grond kan doordringen. Dat houdt ondergroei in die bossen vrijwel weg. Vooral douglassen staan meestal heel dicht op elkaar. Er ontstaat een somber bos waarin buiten de paden niet eens te wandelen valt. In de naaldbossen staan voornamelijk de grove den

(60% van het totaal), larix, douglas, fijnspar. Grove den en larix zijn erg geschikt om een naaldbos mee te beginnen omdat ze van nature "pioniers" zijn.
De naaldbossen vindt men op de arme zandgronden van de Veluwe, Brabant en de duinen. Naaldbomen horen van nature thuis in noordelijker streken (bij ons van Noorwegen tot in Siberië) en in de hooggebergten in de zone onder de boomgrens.

Loofbossen

Loofbomen hebben een voedselrijkere grond nodig dan naaldbomen en via hun afvallend blad houden ze die grond ook voedselrijk. Loofbossen vinden we dan ook op de minder arme en de rijke gronden. We hebben in ons land verscheidene typen loofbos. Op de naar verhouding armste gronden groeit van nature een eikenbos in kombinatie met berken. Dat bos hoort van nature vooral thuis langs de westkusten van Europa, en het komt bij ons voor op de zandgronden en dan vaak in afwisseling met naaldbos. Op voedselrijkere gronden en verrijkte veengronden treffen we de kombinatie van eiken en beuken aan. Een variant hierop is het eiken-haagbeukenbos dat we op de krijtgronden van Limburg en plaatselijk op oude gronden in Twente vinden. Op jonge kleigronden en zandgronden met voedselrijk grondwater komt de kombinatie van els en vogelkers voor; dergelijke gronden liggen met name langs beken en rivieren. Deze laatste bossen zijn, net als grienden, niet geschikt voor het maken van wandelingen, door hun vaak drassige grond, dichte begroeiing en omdat ze in de winter nog wel eens onder water staan.

Struktuur

In de boomtoppen van loofbomen kan men nu goed dingen zien als restanten van vogelnesten, heksenbezems en misletoe. Heksenbezems zijn woekeringen van takjes; ze komen vooral in berken voor. De misletoe, vogellijm, mistel of maretak komt uitsluitend op bepaalde boomsoorten in het zuiden van het land voor. Het is een plant die teert op de boom waarop hij groeit.

Van de boomtoppen omlaag kijkend zien we dat veel bomen aan één kant van hun stam, meestal op het westen, begroeid zijn met meer korstmossen en algen dan aan de rest. Die leven van het regenwater dat vooral langs die kant van de stam omlaag stroomt.



Maretak, mistletoe, mistel, vogellijm is allemaal een en dezelfde plant die parasiteert op de boom waarop hij groeit. In de zomer is deze altijd groene plant door de bladeren van de bomen vrijwel aan het oog onttrokken. De Engelse naam mistletoe doet ons denken aan het gebruik om boven de deur een tak te hangen waaronder rond de jaarwisseling vrouwen gekust mogen worden. Dit gebruik is een restant van de magische krachten die de Kelten aan de maretak toekenden. Op nieuwjaarsdag sneden druïden met een gouden sikkel maretakken af en vingen die in een witte doek op. In de verhalen van Asterix wordt hier ook veelvuldig op komische manier naar verwezen. Een aftreksel van maretak op rode wijn gebruikte men vroeger tegen epilepsie. Foto Andries Sabelis.

Ze ontrekken dus geen voedsel aan de boom zelf.
In loofbossen zal, ondanks dat alles kaal is, en zelfs wanneer er sneeuw ligt, duidelijk een afwisselender ondergroei te zien zijn dan in de naaldbossen. Onder de dennebomen vinden we struikheide, soms dopheide en kraaiheide, veel verschillende mossen en vaak een waas van de geelbruine sprieten van de bochtige smele, een grassoort. In de struiketage staan kleine exemplaren van de eik, lijsterbes, inlandse en Amerikaanse vogelkers; die laatste is ook bekend als bospest omdat hij snel zijn direkte omgeving overwoekert en nauwelijks te verwijderen valt. In de kruidlaag van de loofbossen valt eventueel de verdorde imposante adelaarsvaren op, maar verder is het er maar een dooie boel, vol met bladeren. In de struiketage groeien dezelfde soorten als in de boomlaag, met daarbij laagblijvende soorten als de haagbeuk, lijsterbes en meidoorn.

Menselijke invloed

Vrijwel alle bos in Nederland is aangeplant, zoals we al zagen. De loof-

Onze naaldbossen bestaan voor meer dan de helft uit grove den. Foto Johan Smekens



bossen bestaan daarbij uit boomsoorten die van nature wel in ons gebied voorkomen. De bossen zijn aangeplant om redenen van het vastleggen van zandverstuivingen, van de werkvoorziening, groenvoorziening (bijvoorbeeld in nieuwe polders), voor houtproduktie en soms voor rekreatie. De meeste bossen echter trekken bezoekers. Daarbij doet zich eigenlijk iets vreemds voor. Het bos dat de meeste wandelaars zien, is naaldbos, dat eigenlijk bij ons niet thuis hoort. Loofbossen zijn er veel minder, ze zijn mooier en worden daarom vaak meer gewaardeerd. Toch zijn net die loofbossen over heel Europa gezien de meest voorkomende en de meest gewone.

De astronomie temidden der wetenschappen

Voor natuurbehoud is een bepaalde mentaliteit nodig, waartoe het onderwijs kan bijdragen. In de Volkskrant van 31 oktober j.l. lazen we hoe de schoolse biologie in de meeste gevallen tussen vier muren blijft, hoe men theoretische feitjes laat leren zonder iets te doen aan veldbiologie, begripsverbetering voor het landschap, het afgetakelde natuurbewustzijn, het gedrag en inzicht in de milieuzorg. Een koude, haast onnatuurlijke benadering der natuur. De tijd dat men bomen en dieren aansprak met vriend of een sibbenaam (Vader Rijn), is voorbij. Misschien had dat toch wel een zekere pedagogische waarde. Ook het moderne geschiedenisonderwijs kan ertoe bijdragen dat men weinig eerbied koestert voor verleden en toekomst en dientengevolge ook voor het leven van zichzelf en anderen.
De boeken over de wetenschappen van de menselijke tijdrekening vallen op door de lege plekken en ontbrekende schakels. Dan is het stuitend dat er – ook nu, of juist nu – zoveel "sleutels" verloren gaan. Mohammed Galzar, konservator van het archeologisch museum van Taxila (Pakistan) dient steeds verzoeken in om een grote kiezelwinning daar stop te zetten of althans archeologen toe te laten. Men stootte er op zeer oude nederzettingen, maar de graafmachines gaan onverbiddelijk door en storten de prehistorische vondsten op hopen.
En zo blijven de witte plekken in de historie van onze planeet en het leven daarop bestaan. Onze landgenoot Ruud Borman propageerde een soort van vliegende archeologische brigade, die men van tevoren op de hoogte zou moeten stellen van alle graafwerkzaamheden en bodemverplaatsingen. Weer zo'n wensdroom. Het zakelijke belang gaat voor.
Het is een verheugend feit te konstateren dat de astronomie vrijwel losstaat van deze en andere belemmeringen. Er is een haast voorbeeldige wereldwijde samenwerking; men is niet afhankelijk van "moeilijke" landen waar het bedrijven van wetenschap vrijwel onmogelijk is.
Bij astronomie geen onverschilligheid, défaitisme en betutteling; geen graafmachines of brandstichtingen staan de astronomen in de weg; geen gebrek aan visie en geen geborneerdheid, maar de wijde ruimte. De astronomie bleef "een wetenschap apart". Moge dat zo blijven.
Wel hebben ook astronomen last van budgetbesnoeiingen en van lucht- en lichtvervuiling, maar de astronomische observatieposten kunnen nu buiten de atmosfeer opereren. Het is onze wens dat de astronomie ook in het komende jaar weer vooruitgang zal boeken, ongehinderd door ondermaanse of ondermaatse bedrijvigheid. Astronomen en ruimtevaarders vertoeven –ieder op hun eigen wijze – in hoger sferen. Zij kunnen het advies van Vondel opvolgen:
Wie als een vogel worden wil
Vermijdt de stad en 't straatgeschil
En kiest een ruimer baan.

Het zenit

De Melkweg heeft het hoogste punt bereikt en loopt zuidoost-noordwest. Het smalle gedeelte met delta (δ) van Perseus staat recht boven ons hoofd. Op septemberavonden gaat de Melkweg eveneens door het Zenit, maar staat dan haaks op de boven genoemde richting. In de heldere januarivriesnachten kan de Melkweg met de dubbele sterrenhoop in Perseus een indrukwekkende aanblik opleveren. Die vriesnachten schenen vroeger geen uitzondering te zijn. In het middelnederlands komen we het woord "hartmaent" tegen. Dat is januari, de harde maand.

Het noorden

De Kleine Beer is met de staart naar ons toegekeerd. Daaronder maakt de Draak een grote boog. Oostelijk daarvan is de Grote Beer in opkomst; ten westen is Deneb van de Zwaan nog (in de Melkweg) te zien.

Het oosten

Daar komt de Leeuw op, voorafgegaan door de Kreeft. Hoog daarboven nadert Capella van de Wagen- of Voerman het zenit. Tussen deze beelden zien we sterren van de Tweelingen en de Grote Beer.

Het zuiden

Eridanus staat in zijn hoogste stand, maar niettemin blijft het grootste gedeelte van dit uitgestrekte zuidelijke beeld onder de horizon. Hoog daarboven, maar eveneens bij de noordzuidlijn (meridiaan), glanzen de Pleiaden. Vandaar naar het zuidoosten langs de Melkweg zien we in dit jaargetijde één veelheid van heldere sterren: Aldebaran (Stier), Betelgeuze, Bellatrix, Rigel (Orion) en Sirius (Grote Hond). Sommige namen uit de oude geschriften zijn niet goed gekopieerd. Op een enkele sterrenkaart vinden we nog steeds Beteigeuze en Atair i.p.v. Betelgeuze en Altair.

Het westen

De lijn zenit-westpunt gaat door het Grote Paard of Pegasus. Laat op de avond gaat deze door de Ram en de Walvis.

De planeten

Mercurius is gedurende de 2e en 3e week 's avonds boven de westelijke horizon te zien, hoewel een verrekijker daarbij wel nodig zal zijn. De heldere Venus bevindt zich rechts van Mercurius zodat Venus min of meer de weg wijst. Na 26 januari duurt het tot de laatste week van april alvorens we Mercurius weer kunnen waarnemen, eveneens aan de avondhemel.
Venus zal haar schittering langzaamaan verliezen; de planeet gaat ongeveer twee uren na de Zon onder. Tussen 17 en 21 januari is Venus slecht waarneembaar; tegen het einde van de maand zal zij aan de ochtendhemel goed zichtbaar worden; tussen april en begin juli ligt een periode van vermindering in de zichtbaarheid. Daarna wordt Venus steeds helderder. Venus blijft tot begin oktober aan de oostzuidoostelijke horizon zichtbaar.
Mars komt tegen middernacht op in het oosten en beweegt zich in het sterrenbeeld Maagd en kan voor bezitters van middelgrote teleskopen interessante waarnemingen opleveren wanneer men er het geduld voor weet op te brengen. Poolkappen en soms stofstormen behoren tot de mogelijk zichtbare verschijningen. Gedurende de maand april zal Mars voor ons dit jaar op zijn grootst worden, namelijk 14,7 boogsekonden (Volle Maan = 1800 boogsek).
Jupiter komt na middernacht op, Saturnus rond het middernachtelijk uur. Beide grote planeten bewegen zich in het sterrenbeeld Maagd.
Uranus bevindt zich in het sterrenbeeld Schorpioen en als gevolg van zijn grote afstand tot ons beweegt hij zich zeer langzaam langs de hemel. Zijn helderheid is

De maansverduistering van 18–19 nov. 1975, gefotografeerd door J. J. Mulder en D. Zantema. Tussen elke opname ligt een tijdsduur van 10 minuten.

magnitude 6 dus is het raadzaam een kleine teleskoop of verrekijker te gebruiken. Uranus is te vinden tussen de twee sterren ω1 en ω2, deze sterren staan zo'n 15 boogminuten (is gelijk aan 'n half verlichte Maan) van elkaar.

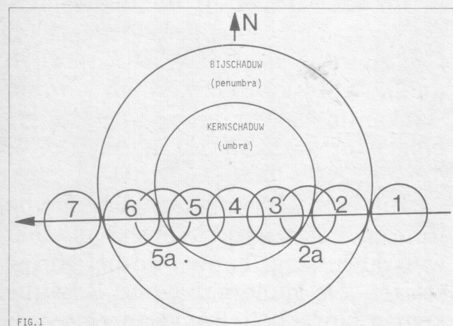
Meteoren

Rond en na het middernachtelijk uur in de nacht van 3 op 4 januari kunnen de meteoren van de Boötidenzwerm weer worden waargenomen. Weliswaar geen imposante zwerm, maar de moeite waard om het verschijnsel eens waar te nemen. De radiant (het vluchtpunt aan de hemel waar de meteoren vandaan lijken te komen) ligt in het noordoostelijk deel van het sterrenbeeld Boötes (Ossenhoeder) dat aan de noordelijke horizon staat.

De totale maansverduistering van 9 januari

Zaterdagavond 9 januari a.s., tussen 6 en 11 uur, zullen we een totale maansverduistering kunnen waarnemen, tenminste als de weergoden het toelaten.
Eén maansverduistering kan slechts optreden bij Volle Maan wanneer deze zich

1. 18.16u Volle Maan maakt eerste aanraking met de bijschaduw.
2. 19.14u Maan maakt eerste aanraking met de kernschaduw.
2a. 19.45u Maan halverwege het begin van de totaliteit.
3. 20.17u Begin van de totaliteit.
4. 20.56u Het maximum van de verduistering.
5. 21.35u Einde van de totaliteit.
5a. 22.05u Maan halverwege na het einde van de totaliteit.
6. 22.38u Maan maakt laatste aanraking met de kernschaduw.
7. 23.35u Maan maakt laatste aanraking met de bijschaduw.

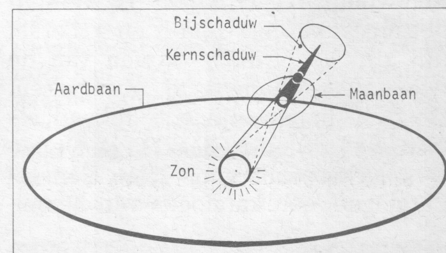


in of nabij een van de baanknopen bevindt (snijpunten in de baan van de Maan met het ekliptikavlak). De schaduwkegel van de Aarde kan het maanoppervlak geheel of gedeeltelijk verduisteren. We onderscheiden hierbij een kernschaduw (umbra) en een bijschaduw (penumbra). Trekt de Maan door de kernschaduw dan is er een duidelijke afscheiding waar te nemen van het verduisterde en onverduisterde gebied. Als gevolg van het strooilicht dat veroorzaakt wordt door de relatief dikke aardatmosfeer is deze afscheiding niet scherp begrensd, zoals dat bij zonsverduisteringen het geval is.
Dankzij diezelfde aardatmosfeer zien we tijdens een totale maansverduistering een kleurenspel waarin rood domineert. Tijdens de verduistering blijft er een oranje tot donkerrode gloed zichtbaar, die veroorzaakt wordt doordat de aardatmosfeer de rode stralen van het zonlicht sterk afbuigt. Op die manier ontvangt de Maan dan toch nog zonlicht en wel zo dat wij hier op onze planeet een boeiend schouwspel kunnen gadeslaan.

Fotograferen

Daar kun je erg moeilijk over doen en allerlei theoretische zaken over aansnijden hetgeen op zichzelf natuurlijk erg interessant kan zijn. Maar meestal maakt dat de amateur of beginner alleen maar zenuwachtig en dikwijls moedeloos. Dus zullen we niet ingewikkeld doen en hier enige tips geven.
De keuze van zwart-wit of kleur kan, gezien het kleurrijke karakter van het verschijnsel, in het voordeel van de kleur uitvallen. Dan volgt de vraag: dia's of prints. Omdat een kleurennegatief ook heel eenvoudig in zwart-wit is af te drukken en te vergroten (hetzelfde procedé en papier als bij zwart-wit afdrukken) gaat onze voorkeur uit naar kleurennegatieffilm, bijvoorbeeld Kodacolor 400, Agfa CNS 400 of Fujicolor FII, alle drie 400 ASA ofwel 27 DIN.
Voor de fotografie zelf is in principe iedere kamera geschikt. Belangrijk is wel dat vanwege het lichtzwakke karakter van de totale verduistering een kleine openingsverhouding (diafragma) gewenst is. Met een telelens van 125 of 200 mm bij 2,8 en gebruik van een 27 DIN film zal het niet moeilijk zijn de verduistering te vereeuwigen. De kamera moet natuurlijk op een statief staan en een draadontspanner is noodzakelijk. Belichtingstijden langer dan maximaal twee sekonden geven onscherpte als gevolg van de sterke eigen beweging van de Maan langs de hemel. In de tabel hebben wij de 27 DIN film aangegeven als de meest geschikte. Een ieder kan natuurlijk experimenteren zowel met films als afwijkende belichtingstijden. Veel sukses.

Maansverduisteringen doen zich voor tijdens Volle Maan wanneer de Maan zich in een baanknoop bevindt. Dan passeert de Maan de schaduwkegel van de Aarde, zie ook fig. 1.



	Volle Maan Punt 1 en 7 18.16/23.35			Punt 2 en 6 19.14/22.38			Punt 2a en 5a 19.45/22.05 u.			Begin en eind Punt 3 en 5 20.17/21.35			Totaliteit Punt 4 20.56 u.		
Openingsverh. of diafragma	DIN 18	21	27	DIN 18	21	27	DIN 18	21	27	DIN 18	21	27	DIN 18	21	27
2,8	1/1000			1/500	1/1000		1/25	1/50	1/250	2	1	1/30	7	4	1
4	1/500	1/1000		1/250	1/500		1/10	1/25	1/125	4	2½	½	13	8	2
5,6	1/250	1/500		1/125	1/250	1/1000	1/5	1/10	1/60	8	5½	1½	25	16	4
8	1/125	1/250	1/1000	1/60	1/125	1/500	½	1/5	1/30	17	11	3	50	32	8
11	1/60	1/125	1/500	1/30	1/60	1/250									
16	1/30	1/60	1/250	1/15	1/30	1/125									
Bij gebruik van een 400 ASA film	1/250 bij diafr.11 1/500 ,, 1/1000 ,,			1/250 bij diafr.8 1/500 ,, 1/1000 ,,			1/60 bij d.4 1/125 ,, 1/250 ,,			1/15 bij 2,8 1/30 ,, 1/60 ,,			2 bij d.2,8 1 bij ,, ½ ,,		

Het bovenste deel van deze tabel geeft de belichtingstijden bij de verschillende filmgevoeligheden en bijbehorende diafragma's. De punten 1 t/m 7 komen overeen met figuur 1.
Het onderste deel van deze tabel geeft de tijden (middelste regel) zoals die theoretisch zouden zijn, terwijl de regel erboven en eronder een langere respektievelijk een kortere tijd geven en bedoeld zijn als een tolerantie zodat men er redelijk zeker van kan zijn, dat de fotoserie slaagt. Het komt er dus op neer, dat steeds - op de boven de tabel genoemde tijdstippen - DRIE opnamen worden gemaakt.
Let wel: bij gebruik van een 27 DIN kleuren- of zwartwit film!

FOKUS OP . . .

de dubbelsterrenhoop in Perseus

Luc Vanhoeck

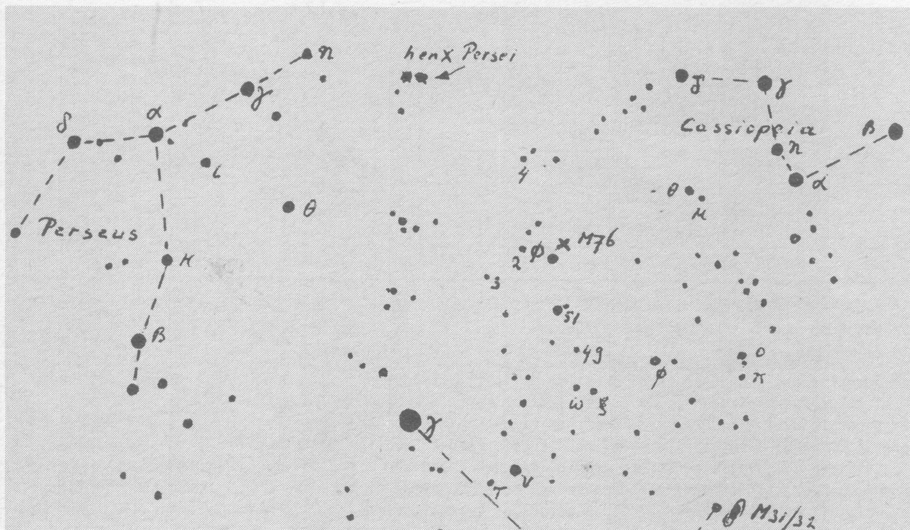
Een nieuwe rubriek in Aarde en Kosmos. "Fokus op . . ." zal een hele serie hemelobjekten behandelen, gaande van nevels en sterrenhopen tot planeten en de Maan. Beschrijvingen van de objekten en vooral tips voor het zelf waarnemen en fotograferen ervan zullen elkaar afwisselen. Een eerste kennismaking nu met onze nieuwe rubriek aan de hand van de dubbelsterrenhoop in Perseus.

Aangezien de dubbelsterrenhoop met het blote oog is te zien, is hij niet aan de aandacht van onze voorouders ontsnapt. De Arabieren noemden hem Misam al Thurayya, wat betekent "die na de Pleiaden komt". Ook de Chinezen hadden er een speciale naam voor: Foo Shay. Verder zien we hem opduiken in de werken van Hipparchos en Ptolemeius. Voor de opkomst van de teleskoop werd steeds over een nevelachtige vlek aan de hemel gesproken. Pas na Galilei werd de ware aard ervan duidelijk.

Zoals gezegd, is de dubbelsterrenhoop zichtbaar met het blote oog. Tijdens heldere, maanloze nachten zien we inderdaad een, toegegeven, nevelachtig lichtvlekjes tussen de sterren van Perseus en de welbekende W van Cassiopeia.

Een voudige verrekijker is wellicht het meest geschikt om h en χ Persei (dit zijn de officiële namen van de twee sterrenhopen) te observeren. De twee hopen zijn ook bekend als NGC 884 (h) en NGC 869 (χ). De letters NGC staan voor New General Catalogue, een katalogus van hemelobjekten. Objekten als deze sterrenhopen zijn het mooist wanneer ze in hun "natuurlijke omgeving" kunnen worden gezien. Neem rustig de tijd om de dubbelsterrenhoop te bekijken. Pas dan komt zijn pracht werkelijk tot zijn recht.

Op dit vinderskaartje vinden we middenboven de dubbelsterrenhoop h en χ.



Een kleine teleskoop

Een kleine teleskoop toont veel meer afzonderlijke sterren. Slechts bij een geringe vergroting zijn beide hopen in hetzelfde beeldveld te krijgen. Het is moeilijk een schatting te maken van het aantal sterren dat nu zichtbaar is. Hun grote aantal draagt alleszins bij tot het wonderlijke beeld dat we te zien krijgen. Een oppervlakkige telling leert dat er meer dan 200 sterren te zien zijn in beide hopen samen. Dit lijkt aan de lage kant want er zijn er zo'n 700 haalbaar met een amateurkijker, volgens Burnham's Celestial Handbook. Een visuele waarnemer zal echter alleen oog hebben voor de centrale sterkoncentraties, terwijl de eigenlijke sterrenhopen heel wat uitgebreider zijn.

Waarop de geïnteresseerde waarnemer zeker moet letten, zijn de kleuren van de sterren. Inderdaad valt het niet moeilijk een paar duidelijk rode sterren te onderscheiden.

Ter illustratie publiceren we hierbij drie opnamen. Een is gemaakt met een kleine telelens (135 mm), een met een grotere telelens (300 mm) en een met een Maksutovkamera.

Fotograferen

De 135 mm telelens werd op een teleskoop gemonteerd die dan als volgkijker werd gebruikt. Een motortje kompenseerde de beweging van de sterren aan de hemel, en dit gedurende de 15 minuten lange belichtingstijd. De opname met de 300 mm telelens kwam op vergelijkbare manier tot stand.

Dergelijke opnamen zijn echter ook zonder motor te maken. Daarvoor moet u echter wel een parallaktische kijker ter beschikking hebben. De speciale konstruktie van de montering laat toe de sterren aan de hemel te volgen door slechts aan één fijnregeling te draaien. Tenminste . . . als het instrument op de juiste manier opgesteld staat. Hierover kunt u meer vinden in Aarde en Kosmos 10/1981, bladzijde 519.

In dat geval wordt de kamera met lens bovenop de kijker bevestigd met een eventueel uit aluminium zelf te maken klem die om de buis past. Beter is echter bevestiging aan de as waaraan ook het tegengewicht hangt. De kamera fungeert nu mee als tegengewicht waardoor de kijker niet extra zwaar beladen hoeft te worden.

Voor de eerste pogingen neemt u het best een standaardobjektief. Hiermee is het volgen het minst kritisch.

De kijker wordt op een zo helder mogelijke ster, onze volgster, gericht in de buurt van het te fotograferen objekt. Vergewis u ervan dat de sterrenhoop of wat dan ook precies in het midden van het kameraveld staat. We plaatsen nu een okulair met verlichte kruisdraad in de fokuseerinrichting. Eén enkele kruisdraad is niet zo interessant. Als beide draden dubbel zijn, krijgen we een centraal vierkantje waarin de volgster kan geplaatst worden. Het is nu zaak ze er precies in te houden! Draai zo voorzichtig en regelmatig mogelijk aan de fijnregeling. Zodra u merkt dat het wel zal lukken, kunt u de belichting starten. De kamera staat op B (willekeurig lange belichting) en er wordt

De dubbelsterrenhoop in Perseus, gefotografeerd door de auteur met een 135 mm telelens. Er is 10 minuten belicht op de speciale astrofotografische film 103a E door een roodfilter. Foto Luc Vanhoeck

gebruik gemaakt van een draadontspanner met klem.
Aanvankelijk belicht u 3 tot 10 minuten, afhankelijk van de lichtstoornis. Neem bijvoorbeeld Kodak Tri-X en kies diafragmaopening f/4.
Indien u de techniek onder de knie hebt, kunt u het eens met een 135 mm telelens proberen. Het is de ervaring van de auteur dat hiermee nog nauwkeurig handvolgen mogelijk is. Bedenk dat het volgen precieser moet zijn naarmate de brandpuntafstand van de lens langer is. Een enkele amateur maakt zonder volgmotortje nog wel goede opnamen met een 300 mm telelens maar dat is een uitzondering. Zoiets kan slechts met meer gesofistikeerde volgapparatuur. U zult immers spoedig ervaren dat juist en zeker lang volgen een eentonige bezigheid kan zijn. Zorg op zijn minst voor een gemakkelijke positie achter de kijker en een beetje afleiding in de vorm van een transistorradio of kassetterekorder.

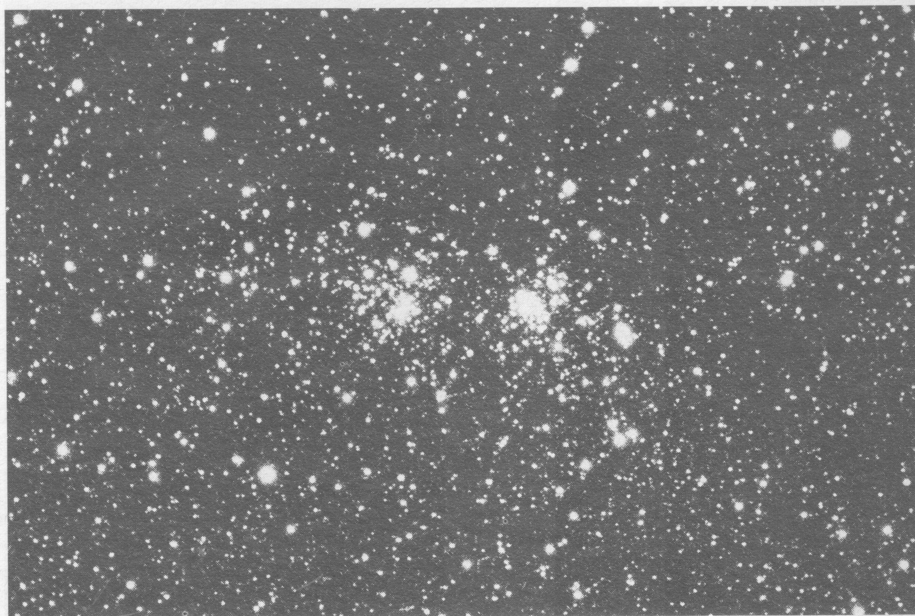
Gebruik van kleurenfilms

Als men de zwart-wit fotografie voldoende onder de knie heeft gekregen is het interessant om eens de hemel in kleur te fotograferen. Hiervoor gebruiken we bij voorkeur kleurdiafilm. Twee films komen hiervoor bij uitstek in aanmerking: Kodak Ektachrome 400 en -200.
De toegestane belichtingstijd voor diafilms ligt tussen 1/500 en 1/30 sek. Belicht men langer dan neemt de filmgevoeligheid af en verschuift de kleurbalans, zodat een korrektie voor de belichtingstijd (of diafragmakorrektie) en een kleurkorrektie moet worden toegepast. Bij belichtingstijden van 1/10 tot 1 sek kunnen we de kleurkorrektie nalaten en alleen een Kodak CC10M filter toepassen. Bij langere belichtingstijden wordt een Kodak CC30M filter toegepast. Deze filters zijn bij Lezersservice A&K te bestellen ad. *f* 18,– per stuk, de afmetingen zijn 75 × 75 mm.

Veel sukses toegewenst bij het zoeken naar de dubbelsterrenhoop en uw eerste pogingen tot astrofotografie!

Volgende maand:
Fotograferen via okulairprojektie.

De dubbelsterrenhoop in Perseus opgenomen met een 300 mm telelens. Er werd 30 minuten belicht op Kodak Tri-X. Noord is boven. De linkerhoop is h Persei (of NGC884), de rechterhoop χ Persei (of NGC869). De hopen staan op 8000 lichtjaar van ons vandaan. Foto Jacques Suurmond



Een zeer heldere "vallende ster"

Ben Apeldoorn

Wie zich tijdens een heldere sterrennacht buitensteeds begeeft, om zo weinig mogelijk door het stadslicht te worden gestoord, en de hemel gedurende een kwartier of een half uur aandachtig beschouwt, beloopt de kans één of meer keren een "vallende ster" te zien verschieten.



"Vallende ster" is een benaming die zijn oorsprong in een ver verleden vindt, toen men nog dacht inderdaad met sterren te maken te hebben. In de eerste helft van de negentiende eeuw veranderde die overtuiging en kreeg men meer inzicht in het verschijnsel.

Gelukkig zijn het geen sterren maar kleine deeltjes, meestal niet groter dan een zandkorrel, die met snelheden van tientallen kilometers per sekonde de aardse dampkring binnenstormen en daar, door de botsingen met luchtdeeltjes, een lichtverschijnsel veroorzaken dat we vanaf het aardoppervlak kunnen zien als "vallende ster". Een beter woord is "meteoor".

De bliksemsnel opvlammende en weer uitdovende hemellichtjes bevinden zich dus relatief dicht bij ons; de meeste meteoren lichten op en doven uit tussen 100 en 80 kilometer hoogte boven het aardoppervlak waar onze dampkring weliswaar ijl maar toch al dicht genoeg is om, in samenwerking met het voortijlende lichaampje, het lichtproces te veroorzaken.

Elke heldere nacht zijn er wel meteoren te zien maar er is jaarlijks een aantal nachten aan te wijzen waarin duidelijk meer meteoren zijn te zien. Onze planeet Aarde trekt dan, in haar jaarlijkse baantje rond de Zon, door gebieden heen waarin zich hele zwermen deeltjes bevinden. De nachten rond de 12 augustus zijn wel het bekendst. We kunnen dan gemiddeld elke *minuut* wel een "vallende ster" zien, als . . . de hemel tenminste on-

Een vrij sterke vergroting van de bolide van 8 november 1981 $03^h21^m38^s$ UT. Het lichtspoor begint nabij λ (lambda) van de Tweelingen (rechterbovenhoek). Ongeveer tussen de sterren α en β van de Kreeft trad een enorme flare op die ongeveer 0,1 sekonde duurde. Opmerkelijk is dat het lichaam na de flare niet was "verbrand" maar nog een sekonde lang licht produceerde. Dit duidt op een vrij hecht lichaam. Op het origineel zijn 73 lichtsegmenten te tellen zodat, met 25 afdekkingen per sekonde, de meteoor bijna drie sekonden lang zichtbaar was. Het pijltje geeft aan waar in het spoor nog een kleine opvlamming optrad. Linksboven het spoor zijn de sterren γ en δ van de Kreeft aangegeven alsmede onder de flare de sterren ε, γ en ρ van de kop van de Waterslang. Merk op dat de sterren strepen zijn; de kamerasluiter stond ongeveer tien minuten open. Wie goed kijkt, ziet in de stersporen ook twee onderbrekingen. De tijdstippen van die onderbrekingen zijn nauwkeurig bekend. Het maken van onderbrekingen tijdens de belichting wordt in de meteorenfotografie gedaan om nauwkeurige meetpunten te verkrijgen.



Een overzichtsfoto van de vuurbol. Het heldere sterrenspoor rechts van de explosie is van Procyon (α Canis Minoris). De foto is "doorgedrukt" bij het vergroten om het licht van de flare wat te onderdrukken.

bewolkt is. We zullen binnenkort starten met een aantal artikelen waarin deze voor amateurastronomen zo interessante verschijnselen nader zullen worden bekeken. Sedert de laatste jaren van de Tweede Wereldoorlog bestaat in Nederland de werkgroep "Meteoren", een werkgroep van de in 1901 opgerichte Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde (NVWS). Deze werkgroep koördineert het werk van in meteoren geïnteresseerde amateur-astronomen (thans ruim honderd). Men kan meteoren zowel met het blote oog en wat simpele hulpmiddelen (potlood, uurwerk en papier) waarnemen als trachten ze te fotograferen met één of meer fototoestellen. Uit bepaalde foto's kunnen we veel te weten komen over het trajekt in de dampkring, de snelheid en de baan dat het deeltje in de interplanetaire ruimte doorliep alvorens het in onze dampkring een onverbiddelijk einde vond.

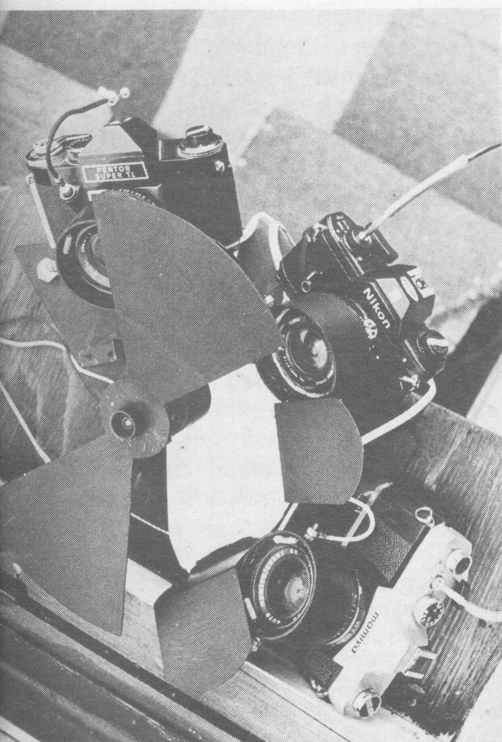
Nederlandse en buitenlandse amateurs besteden jaarlijks vele nachten aan de waarneming en fotografie van "vallende sterren". Vele tienduizenden meteoren zijn door onze landgenoten al waargenomen en er zijn er tot op heden ongeveer 2000 gefotografeerd.

Een zeldzame opname

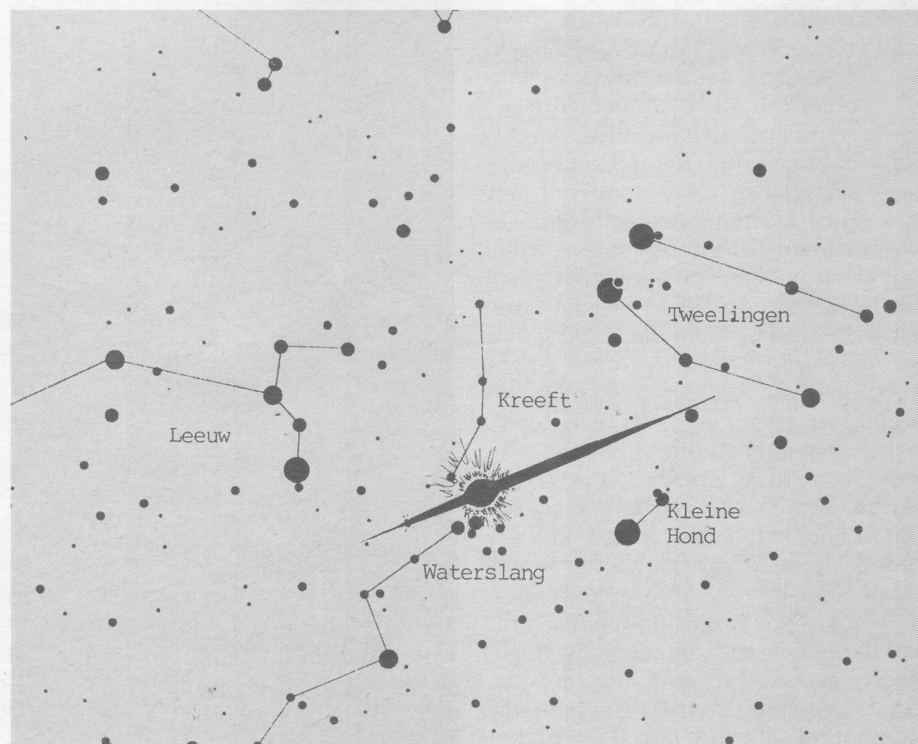
Soms komen ook wat grotere fragmenten de dampkring binnen. Het resultaat is een heldere meteoor. Per definitie wordt een meteoor een *vuurbol* of *bolide* genoemd als zijn helderheid die van de planeet Venus tijdens haar grootste glans (magnitude −4,4) nog overtreft. Meteoren met die helderheid zijn schitterend om te zien maar... ze komen vrij zelden voor en het is nòg zeldzamer als ze in het kameraveld van een meteoorfotograaf verschijnen! Het archief van de werkgroep Meteoren is in de loop van tientallen jaren een aantal van die vuurbolopnamen rijk geworden. Zo bezitten we onder andere negatieven met daarop sporen van de prachtige vuurbollen van 9 december 1955 (magn. −8), 11 augustus 1972 (magn. −9) en 21 augustus 1979 (magn. −10). Dit waren, met nog twee of drie andere, beslist de allerhelderste meteoren die ooit in Nederland waren gefotografeerd.

Tot... de vroege ochtend van zondag 8 november 1981! Ondanks de kou maakten toch enkele van de meest geharde en aktiefste meteoorfotografen van een glasheldere nacht gebruik om te proberen Tauriden te verschalken. De Tauriden, zo genoemd omdat ze een gebied in het sterrenbeeld Stier (Taurus) lijken te ontvluchten, zijn vooral in de eerste november-weken "aktief", hoewel dat woord nauwelijks gebruikt kan worden want we mogen maximaal zo'n vijf Tauriden per uur verwachten, zelfs tijdens het brede, over een hele novemberweek uitgesmeerde maximum. Kwantitatief stellen de Tauriden dus niet zoveel voor maar kwalitatief staan ze er beter voor: ze bewegen niet alleen erg traag maar zijn vaak erg helder. Hoe helder ze soms kunnen zijn, ondervond één onzer meteoorfotografen, de heer K. Jobse te Oostkapelle (Zld) die in die vroege zondagochtenduren in zijn fraai geoutileerde meteorenobservatorium "Cyclops" de novemberkou trotseerde. Hij raadpleegde juist een uur-

Dit is één van de kamera-opstellingen van het "Cyclops"-meteorenobservatorium te Oostkapelle. Met de kamera rechts is de vuurbolopname gemaakt. Verder is de (stilstaande) sektor te zien, alsmede twee van de drie afdeksegmenten (voor onderbrekingen in de *ster*sporen) en de drie lensverwarmingselementen om dauw- of rijpafzetting op de kamera-objectieven te voorkomen.



Op deze gnomonische projektiekaart is het trajekt van de vuurbol ingetekend. Op dit soort kaarten kunnen meteoorsporen, die delen van grootcirkels zijn, als rechte lijnen worden ingetekend.



werk toen de hele omgeving even in een helder licht baadde. Snel opkijkend zag hij nog juist het laatste deel van het trajekt van een uitzonderlijk heldere meteoor. Achter de meteoorkop bewoog zich een duidelijk flakkerende staart. Vele kleuren waren te zien, alsmede een aantal uit de kop ontspringende en nog een eindweegs meevliegende vonken.

Het precieze tijdstip was $03^h21^m38^s$ UT ($04^h21^m38^s$ onze tijd). Dezelfde dag bleek de meteoor, na het ontwikkelen van de films, op een negatief te prijken, en hoe . . .! Reeds een vluchtige beschouwing van het met een f/2,8–35 mm objektief verkregen negatief leert dat dit de helderste en zonder twijfel fraaiste meteoor is die ooit in Nederland is gefotografeerd. Jobse schatte de flare (= lichtopvlamming) aan het licht op de omgeving ruwweg op magnitude –9 maar de foto wijst op een grotere helderheid van de lichtexplosie. De lichtproduktie daarvan moet de helderheid van volle Maan (magnitude –12,5) zonder enige twijfel naar de kroon hebben gestoken! Op het originele negatief is te zien dat het strooilicht van de immense explosie over ongeveer de helft van het negatiefoppervlak is verspreid!

Op de foto kunnen we zien dat het vuurbolspoor in een groot aantal segmenten is "gehakt". Dit is teweeg gebracht door de roterende sektor die met een bekend toerental voor het kamera-objektief draaide. Hiermee kan de hoeksnelheid worden bepaald en, indien de meteoor ook vanaf een ander punt op het aardoppervlak zou zijn gefotografeerd (zogeheten "simultaanfotografie"), de ware snelheid van de vuurbol in de dampkring. Als we de baan achterwaarts verlengen, komen we uit in het gebied waar de november-Tauriden hun vluchtpunt hebben, dus het is zeker dat deze weergaloos mooie vuurbol een fors uit de kluiten gewassen lid is geweest van de Tauriden-familie.

Op dit moment (medio november 1981) is nog weinig te zeggen over het ware trajekt in de dampkring omdat berekening daarvan pas zinvol wordt als voldoende nauwkeurige visuele waarnemingen (en wie weet: nog andere foto's!) binnenkomen. Gezien de richting waarin de vuurbol bezien vanuit Oostkapelle verscheen, zijn thans kontakten gelegd met de leider van onze kollega-werkgroep in België. Nemen we voor de lichtexplosie een hoogte van 80 kilometer aan, dan betekent dat dat deze is opgetreden boven een punt iets ten oosten van de stad Brussel. Wel is op dit moment al bekend dat de vuurbol ook is waargenomen door meteoorwaarnemers van de aktieve groep "Delphinus" te Harderwijk die de meteoor in de arm van het sterrenbeeld Orion zagen opvlammen. Pas als voldoende waarnemingen in met name België zijn gedaan, kunnen we ons wagen aan berekeningen aan dit hoogst zeldzame natuurverschijnsel.

In ieder geval: wie op die bewuste ochtend daarvan ooggetuige was, wordt met klem aangeraden kontakt op te nemen met: Vuurbolsektie werkgroep Meteoren, Koningstraat 35, 2316 CC Leiden, tel. (071) 214066.

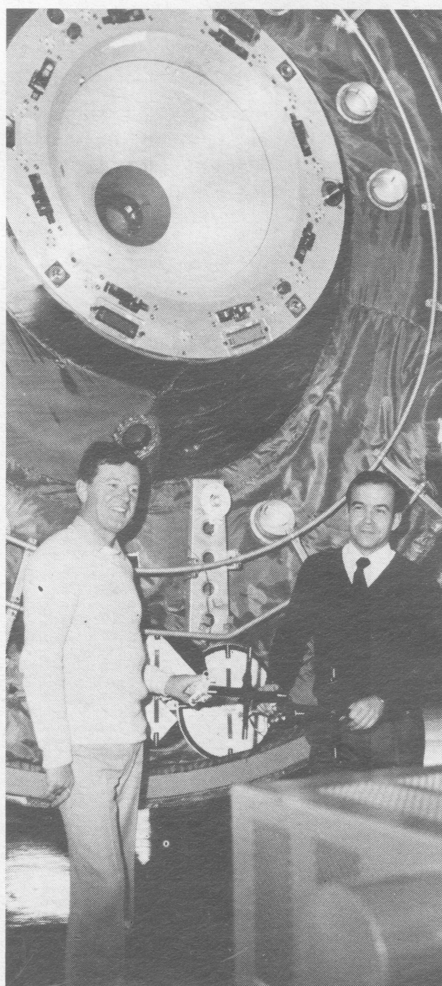
Geïnteresseerden in het boeiende werk aan "vallende sterren" kunnen schrijven naar: werkgroep Meteoren, postbus 11291, 2301 EG Leiden. De werkgroep geeft elk kwartaal een Bulletin uit en achtmaal per jaar een maandbericht.

De spationauten komen:

Jaap Terweij

Fransen en Russen samen in de ruimte

Volgens de huidige plannen zal in juni aanstaande de Fransman Jean-Loup Chretien aan boord van een Sojoez-T een ruimtevlucht maken naar het ruimtestation Saljoet 7. Die gebeurtenis wordt een hoogtepunt in de Frans-Russische samenwerking in de ruimte die in 1966 begon met het ondertekenen van een samenwerkingsprogramma op brede basis.



Jean-Loup Chretien (links) en Patrick Baudry in het trainingscentrum in Sterrenstad bij Moskou. Ze staan voor een model op ware grootte van de Saljoet. Zichtbaar is onder meer het koppelingsluik. Jean-Loup Chretien wordt de eerste Westeuropeaan in de ruimte.

Op 30 juni van dat jaar werd een zeer algemeen gestelde overeenkomst gesloten die weinig konkrete dingen bevatte. De eerste stap was echter gezet. Ruim een jaar later, in oktober 1967, werden de eerste Franse instrumenten aan boord van Russische MR-12 raketten vanaf het eiland Heyss gelanceerd. Dat was het begin van een langdurige Russisch-Franse samenwerking bij onderzoek van de aardse dampkring en verschijnselen op grote hoogten boven de Aarde. Daarbij werden ballonnen gebruikt en sondeerraketten afgevuurd. Het bekendst zijn de programma's ARAKS (het kunstmatig veroorzaken van poollichtverschijnselen), OMEGA (onderzoek aan elektrische velden in het aardse magneetveld), SAMBO (onderzoek aan poollichtverschijnselen vanuit ballonnen) en IPOCAMP (onderzoek van de ionosfeer boven de poolgebieden). Bij deze programma's leverden de Fransen sondeerraketten van de type's

Veronique, Dragon 11B en Eridan. De Russen droegen MR-12 en M-100 raketten bij. In het ballonprojekt OMEGA werden ballonnen van het Franse type Zodiac gebruikt. Ballonnen en raketten vertrokken vanaf de Franse Kerguelen eilanden (in de Indische Oceaan), het Russische eiland Heyss, de basis Kiruna in Zweden en de basis Kourou in Frans Guyana. Ook werden enkele keren de Russische onderzoeksschepen Akademik Koroljev, Professor Zoedov en Navirin ingezet; vanaf die schepen kunnen kleine raketten worden gelanceerd.

Al spoedig kregen Franse instrumenten ook een plaats in Russische raketten voor onderzoek van de hoge luchtlagen en in satellieten en ruimtesondes. Tot nog toe zijn meer dan veertig Franse instrumenten zo de ruimte in gegaan.

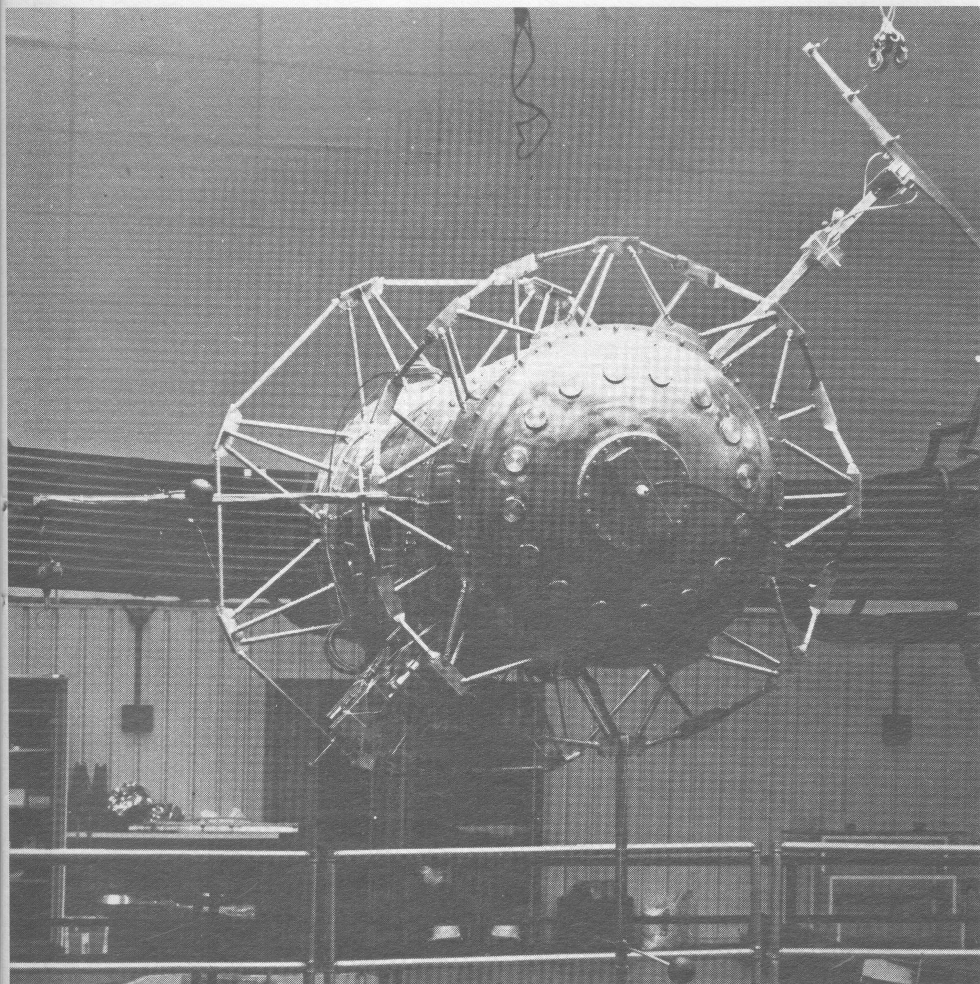
De eerste experimenten

Een van de eerste Franse bijdragen aan het Russische ruimteprogramma was de laserreflektor op het onbemande maanwagentje Loenochod 1, dat in 1970 op de Maan werd neergezet. Met de laserreflektor kon de plaats van de Loenochod nauwkeurig worden bepaald. Op de Loenochod 2, die in 1973 naar de Maan werd gebracht, zat net zo'n reflektor.

In het begin van de jaren '70 was planeetonderzoek bij de Fransen erg in trek. Waarschijnlijk was daar de Russische samenwerking en de werkwijze van de Sovjets op van invloed. In de Sovjet-Unie moet samenwerking verdiend worden. In het begin van de Frans-Russische samenwerking moesten Franse onderzoekers hun instrumenten naar Moskou sturen en dan thuis via de radio vernemen dat hun pakket gelanceerd was. Bij zo'n "samenwerking" valt niet intensief te overleggen over de aard van de experimenten die ondernomen worden. Alleen tamelijk tijdloze experimenten lenen zich voor zo'n aanpak en daarom hebben de Fransen zich toen misschien zo op planeetonderzoek toegelegd. Daarvoor kunnen vrij tijdloze experimenten bedacht worden.

Andere voorbeelden van dergelijke experimenten vinden wij in de Russische Mars-sondes en Prognoz-kunstmanen. Zo was er het experiment STEREO (voor onderzoek aan zonnevlammen), afkomstig van het observatorium van Meudon. De gegevens van het instrument en de signalen voor de plaatsbepaling werden opgevangen door antennes in het Izmiran bij Moskou en in Nancy. Aan boord van de Mars 6 en 7 zat het Franse instrument CHEMO, waarmee de samenstelling van de zonnewind werd onderzocht. Prognoz-kunstmanen, waarmee de Russen zonne-onderzoek doen, hadden instrumenten aan boord voor de experimenten SIGNE en CALIPSO waarmee hoog-energetische deeltjes van de Zon worden gemeten. Ultraviolette straling uit de ruimte werd gemeten met de apparatuur van het experiment GALAKTIKA.

Onderzoek aan deeltjes in de aardse magnetosfeer werd ook gedaan met instrumenten van het experiment ARCAD, in de Russische satellieten Oreol 1 en 2 (gelanceerd in 1971 en 1973).

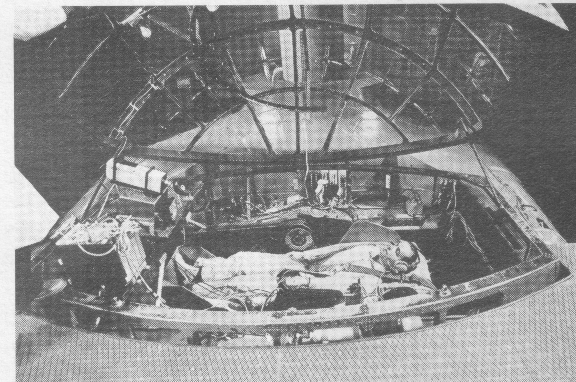


Een model van de ARCAD 3 in een testkamer van het Franse centrum voor ruimte-onderzoek in Toulouse.

De samenwerking groeit

Zoals we zagen waren de eerste Franse instrumenten kant-en-klare pakketten die door de Russen in hun satellieten ingebouwd werden. Langzamerhand werd de samenwerking echter opener en mochten de Franse onderzoekers steeds meer zelf doen. Overigens hebben de Russen zo gehandeld ten opzichte van alle deelnemers aan hun projekten die uit andere landen kwamen, ook de socialistische landen.

De grotere Franse inbreng bleek met de lancering van twee puur Franse satellietjes, de SRET 1 en 2 (in 1972 en 1975). Die werden samen met



Patrick Baudry, de reserve van Franse kant voor de Sojoez-vlucht, in een centrifuge waarmee de versnellingen die bij start en terugkeer optreden, nagebootst worden.

Molnya-kunstmanen de ruimte in gebracht. Met de SRET 1 werd onderzoek naar zonnecellen gedaan en met de SRET 2 een koelsysteem beproefd waarvan later een toepassing gebruikt is voor de Meteosat.
In 1977 werd voor het eerst een Franse satelliet, de SIGNE 3, met een Russische raket gelanceerd, vanaf de basis Kapoestin Jar. Dat was toen geen gesloten militaire basis meer; Russische satellieten werden alleen nog van Plesetsk en Baikonoer gelanceerd. Ook het Interkosmos-programma maakt gebruik van de basis op Kapoestin Jar.
Door de openheid van die basis konden de Fransen bij de laatste fase van de montage van de satelliet op de raket en bij de lancering aanwezig zijn.
Een belangrijke tak van het ruimteonderzoek begon in het midden van de jaren '70 de ruimtebiologie te worden. De Russen waren de enigen die regelmatig mensen in de ruimte hadden, en zij kregen een schat aan gegevens over het gedrag en de aanpassing van het menselijk lichaam in de ruimte. Als aanvulling werden met omgebouwde Vostok-kabines afzonderlijke experimenten gedaan. In deze kabines, die gewoon een Kosmosnummer krijgen, was ook plaats voor instrumenten van andere landen. In 1975 ging de Kosmos 782 de ruimte in, met aan boord twee Franse experimenten: BIOBLOC (waarin celstruktuur werd bestudeerd) en ULYSSE (waarin het afweermechanisme van ratten werd onderzocht). Aan boord van de Kosmos 936 (gelanceerd in 1977) bevond zich het experiment BIOBLOC 2 en in de Kosmos 1129 (gelanceerd in 1979) zat BIOBLOC 4.

Toen het ruimtestation Saljoet 6 in 1977 gelanceerd werd, kaartten de Fransen de mogelijkheid aan medische experimenten aan de bemanningen te mogen meegeven. Besprekingen leidden tot het experiment CYTOS 1 (dat celdeling bij pantoffeldiertjes onderzocht) dat in januari 1978 door de bemanning van de Sojoez 27 aan boord van de Saljoet 6 werd gebracht. De bemanning van de Sojoez 32 kreeg tijdens haar verblijf van 175 dagen in de Saljoet 6 met de Progress 5 enkele Franse instrumentenpakketten aangevoerd. Daarbij ging het om het pakket BIOBLOC 3, en om materiaal om in de oventjes Splav en Kristal vijf kristal – en twee metallurgische proeven te doen, onder de benaming ELMA 1.

Een Fransman in de Saljoet 7

In april 1979 deed de Russische president Leonid Brezjnev zijn bezoekende Franse kollega Giscard d'Estaing het voorstel om in het kader van het Interkosmos-programma in de nabije toekomst een Franse ruimtevaarder naar de Saljoet te laten vliegen. Op dat moment was het bemande Interkosmos-programma in volle gang. Er waren al kosmonauten uit Tsjechoslowakije, Polen, de DDR en Bulgarije in de ruimte geweest en andere kandidaten waren in training. Aan het eind van het Interkosmosprogramma, dat begin 1982 afgelopen zou zijn, kon de Franse kosmonaut mee omhoog.
In juni 1979 ging de voorzitter van het Franse bureau voor ruimteonderzoek (CNES), Hubert Curien al voor afrondende besprekingen naar Moskou en in september begon de selektie van kandidaten. Op 15 november had men 413 kandidaten; na een eerste selektie bleven er 193 over, waaronder 26 vrouwen. Uiteindelijk wisten twee vrouwen tot de laatste zes door te dringen. Op 9 juni 1980 maakte de CNES haar definitieve keuze van twee kandidaat-ruimtevaarders bekend: de gelukkigen waren Jean-Loup Chretien en Patrick Baudry (zie ook Aarde & Kosmos 11/1981). Zij vertrokken in september 1980 naar Sterrenstad bij Moskou voor hun opleiding.

Voorbereiding voor een Sojoez-vlucht

De voorbereiding op een Sojoezvlucht bestaat uit twee gedeelten. De eerste fase duurt acht maanden en is gevuld met theorie, lichamelijke training, oefenen in reddingsoperaties in zee, bergen en dichte bossen. In deze maanden zit ook een overlevingstest van vijf dagen met alleen de spullen die aan boord zijn. Elke drie maanden is er een verplichte medische keuring.
De tweede fase duurt zeven tot twaalf maanden en omvat het kennismaken met de Sojoez en de Saljoet. Speciaal wordt geoefend, via nabootsers, in het aanvliegen, koppelen en ontkoppelen.
De kosmonauten zullen aan boord van de Saljoet 7 vier belangrijke groepen van experimenten uitvoeren. Op astronomisch gebied zullen metingen aan infrarode straling uit de dampkring en uit de ruimte en aan röntgen- en gammastraling gedaan worden en gaat men de nachtelijke hemel fotograferen. In de oventjes van de Saljoet zullen de proeven van het ELMA 1 experiment worden voortgezet en koncentreert men zich verder op kristalprocessen. Ook de experimenten CYTOS en BIOBLOC krijgen een vervolg. Tenslotte zijn er medische proeven die het gedrag van hart en bloedvaten bestuderen en enkele details van de aanpassing van het lichaam aan de gewichtloosheid onderzoeken.
In totaal gaat er voor 800 kilo aan instrumenten voor alle proeven mee.

Toekomstige projekten

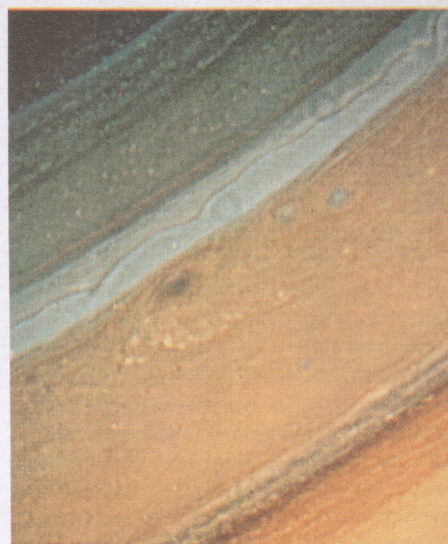
De samenwerking met de Sovjet-Unie is in 1981 met 33% gestegen, speciaal door het Venus-Halley projekt. Naar schatting zal dit jaar in het kader van de samenwerking 56 miljoen franc worden uitgegeven.
Behalve deelname aan het Saljoet 7 programma, zijn nog andere projekten in voorbereiding of al vrijwel uitgevoerd. In 1983 zullen de Russen een omgebouwde Progress lanceren die het 1000 kilo wegende instrumentenpakket van het experiment GAMMA 1 voor het meten van gammastraling zal huisvesten. De Progress wordt voorzien van zonnecelpanelen.
Een ander projekt behelst een ultraviolet spektrometer die in een Russische 80-cm ultraviolet teleskoop gebouwd wordt. Die teleskoop moet aan boord van een Russische satelliet in 1982 gelanceerd worden.
In de volgende Russische Venus-sondes (de Venera's 13 en 14) en in de Prognoz 9 (die eind 1981 gelanceerd moest worden) krijgen instrumenten van het experiment SIGNE een plaats. Met die instrumenten gaat men uitbarstingen van gammastraling bestuderen.
Intussen is, zoals bekend, enige verandering aangebracht in de opzet voor de Venera-vluchten. Elke sonde zal bestaan uit een Venuslander en een sonde die langs de komeet van Halley vliegt. De lancering van de Venera's is gepland voor 1984.
Tot slot is onlangs de Russische Avos T satelliet gelanceerd, met aan boord het Franse experiment ARCAD 3. Dit gaat metingen in de magnetosfeer doen in het kader van de Internationale Magnetosfeer Studie (IMS).

Voyager 2 kiekt Saturnus

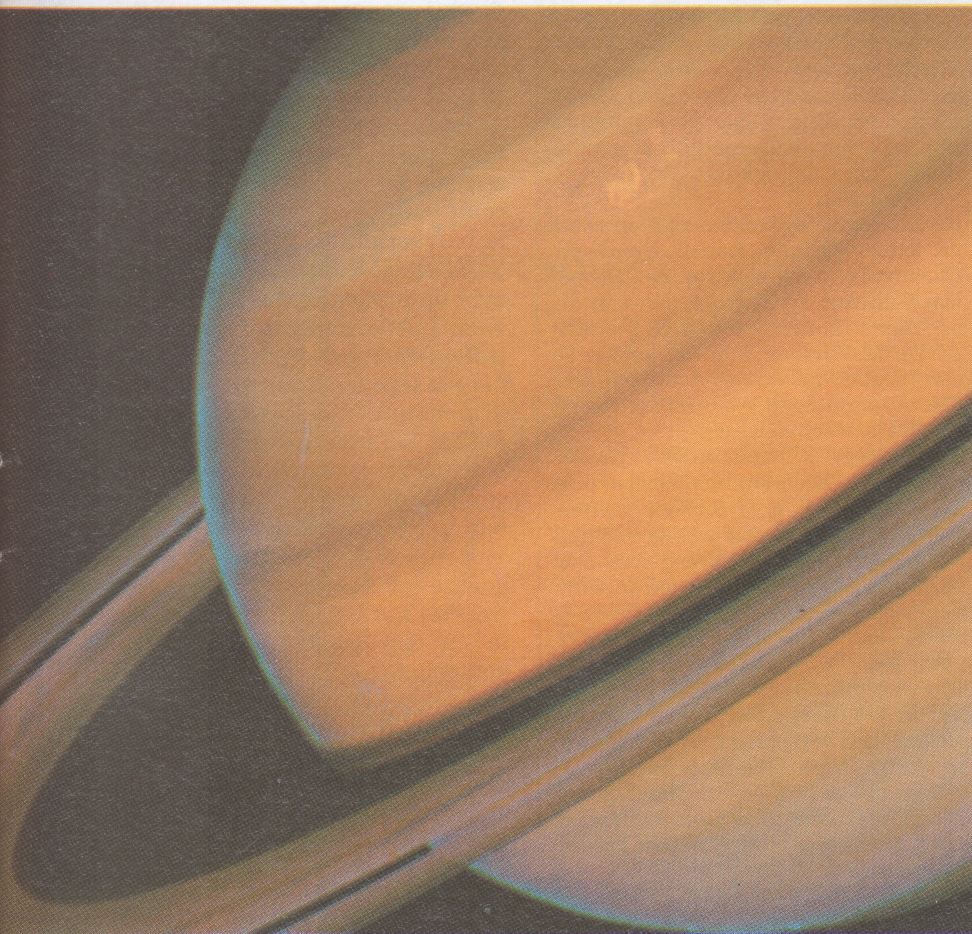
Wilfried Boland

De scheervlucht van de Voyager 2 langs Saturnus, vorig jaar augustus, heeft voorlopig meer nieuwe en onverwachte gegevens opgeleverd, dan dat bestaande vragen zijn beantwoord. De wetenschappelijke publikaties naar aanleiding van de passage van de Voyager 1 (in november 1980) waren nog maar nauwelijks gedrukt, of de tweede Voyager zaaide al weer twijfel omtrent de juistheid van de verschillende theorieën.
In drie artikelen zullen we het achtereenvolgens gaan hebben over de planeet zelf, over het ringenstelsel en over de manen. Erg veel zal in de nu bestaande informatie voorlopig niet veranderen. Op dit moment bestaan geen konkrete plannen voor nieuwe vluchten naar Saturnus, en het zal wel jaren duren eer een volgende vlucht in zicht komt.

De opnamen van de wolkentoppen van Saturnus gaven ditmaal een heel ander beeld te zien dan in november 1980, toen de Voyager 1 vaststelde dat de wolkentoppen door een hoge sluierbewolking voor een belangrijk deel verborgen bleven voor de tv-kamera's. Deze snelle verandering van het weer is des te opmerkelijker als men bedenkt dat Saturnus in 29,5 jaar één omloop om de zon voltooit. Vergeleken met aardse maatstaven



Deze met de komputer bewerkte opname laat banden zien en veel turbulenties (de lichte vlekjes), die vergelijkbaar zijn met onze stapelwolken. De kleinst zichtbare details zijn echter nog 130 km in doorsnee! Het afgebeelde gebied loopt van 20 graden noorderbreedte (rechtsonder) tot bijna aan de noordpool (linksboven). In de lichte band loopt als een soort golvende draad een straalstroom. Daarin heerst een snelheid van 540 km per uur in oostelijke richting (een westenwind dus). Ten zuiden van de lichte band staat een snelheid van 72 km per uur naar het westen toe. De vage cirkels in de lichte band zijn veroorzaakt door de kamera van de Voyager.



Saturnus gezien van een afstand van 13,9 miljoen kilometer. Duidelijk is de zonering van lichte en donkere banden te zien. Rond de evenaar vertonen de wolken zo goed als geen details. Dat komt door de grote snelheid (1800 km per uur) die daar in de wolken heerst. Op hogere breedte is een opvallende lichte wervelende struktuur te zien, met direkt daarboven (dat is ten noorden) een lichte band. In die band (op ongeveer 47 graden noorderbreedte) bevindt zich een straalstroom waarin een westenwind staat met een snelheid van 540 km per uur. De wervelstruktuur ligt in een zone met een oostenwind die slechts 72 km per uur haalt.



Een detail uit het gebied rond de straalstroom op ongeveer 47 graden noorderbreedte. Zuid is rechtsonder, noord linksboven. De kleinst zichtbare details meten 120 km in doorsnede. De straalstroom vertoont een sterke golfbeweging. Omdat ten zuiden van de lichte band een stroming in westelijke richting staat, heerst langs de rand van de lichte band een sterke wrijvingszone waardoor wervelbewegingen ontstaan. Dat blijkt onder meer uit de aanwezigheid van een soort lagedrukgebied, dat de vorm van een uitgerekte "6" heeft gekregen. Deze wervelingen blijven vele maanden lang bestaan.

voor de wisseling van de seizoenen, komt de periode van november 1980 tot augustus 1981 overeen met ongeveer één week op Aarde.
Eén reusachtige witte vlek op het noordelijk halfrond, die vele duizende kilometers in doorsnee is, had, vergeleken met 9,5 maanden tevoren, zijn donkere buitenrand verloren. Ook zijn reusachtige turbulente stromingen (deze zijn in zekere zin te vergelijken met lage druksystemen op Aarde) aanzienlijk van vorm veranderd; ze zijn nog wel herkenbaar gebleven. Dit wijst erop dat dergelijke stromingen, evenals op Jupiter maar in tegenstelling tot aardse depressies, een lang leven is beschoren.
Voyager 1 opnamen lieten nog grote twijfels bestaan over de windrichtingen in de atmosfeer van Saturnus. Doordat enerzijds de vidicon buizen in de tv-kamera's van de Voyager 2 net iets beter zijn uitgevallen dan die van zijn voorganger en doordat anderzijds de sluierbewolking was opgetrokken, leverde de Voyager 2 betere inzichten in het "lucht"stromingspatroon op Saturnus.
Zoals al uit opnamen van de Voyager 1 is komen vast te staan, komen er op Saturnus bij de evenaar windsnelheden voor van 1800 km per uur, vier maal groter dan indertijd op Jupiter is gemeten. Ook bleek in 1980 dat de winden op Saturnus hoofdzakelijk oostwaarts zijn gericht, terwijl ze op Jupiter afhankelijk van de noorder- of zuiderbreedte oost- of westwaarts gericht zijn. Voorlopige studies van de Voyager 2 opnamen van Saturnus wijzen uit dat er wel degelijk een afwisselend oost-west patroon in de windrichting op Saturnus bestaat, maar alleen op hogere breedten dan op Jupiter. Een ander verschil tussen beide reuzenplaneten, is de relatie tussen de windrichting en de afwisseling van lichte gordels en donkere banden. Op Jupiter zijn de windrichtingen sterk gekoppeld aan de bandenstruktuur, op Saturnus is deze samenhang niet of nauwelijks aanwezig.
De zogeheten "jet streams" (dat zijn snelle luchtstromingen in de atmosfeer, zoals we die ook op Aarde kennen; in het Nederlands heten ze straalstromen) bleken op het noordelijk halfrond tot op 80° noorderbreedte voor te komen. Ter vergelijking, op Jupiter komen ze niet boven de 50° noorder- of zuiderbreedte voor.
De Voyager 2 bereikte zijn kortste afstand tot Saturnus, nog altijd op zo'n 101.000 km van de wolkentoppen, boven het noordelijk halfrond van de planeet. Hierdoor kon een beter beeld verkregen worden van de weersgesteldheid op de meer noordelijk gelegen streken, inklusief de noordpool zelf. In het poolgebied vond men vele kleine, op zichzelf staande turbulente "lucht"-cellen.
Een infrarood meter leverde sterke aanwijzingen voor het bestaan van grote temperatuurveranderingen in de atmosfeer van Saturnus. Deze temperatuurschommelingen hangen sterk samen met de straalstromen, die op sommige foto's heel duidelijk te zien zijn. Ook zijn er gevallen van een temperatuurverloop gevonden die verband houden met de afwisselende lichte en donkere banden op de planeet. Dergelijke temperatuurveranderingen zijn van groot belang voor het opstellen van een model dat de gasbewegingen in de dampkring van Saturnus beschrijft. Een horizontaal verloop van de temperatuur doet straalstromen en grote turbulente systemen ontstaan. Dat verloop bepaalt eveneens de windrichtingen. Wat dat betreft is er geen verschil met de bewegingsleer van onze aardse dampkring.

Superheet gebied rond Saturnus

Saturnus wordt omringd door een gebied dat het heetste van ons zonnestelsel is, afgezien dan van het binnenste van de Zon. Tussen 273.600 en 724.000 km boven de wolkentoppen van de planeet heersen temperaturen van 330 tot meer dan 560 miljoen graden! Dat is ongeveer 300 keer zo hoog als in de korona van de Zon en dubbel zo hoog als in een vergelijkbaar gebied rond Jupiter dat ook door de Voyager werd ontdekt.
De hete deeltjes houden zich op rond de banen van de manen Dione en Rhea en bewegen zich aan de dagkant van Saturnus verder weg dan aan de nachtkant. Eerder hadden de Pioneer 11 en de Voyager 1 in dat gebied al een "koeler" gas (van een miljoen graden of zo) ontdekt. Waarom het gas er zo heet is, weet men niet.
De Voyager 2 heeft zonder gevaar door dit gas heen kunnen vliegen, omdat het erg ijl is. Daardoor troffen naar verhouding maar weinig deeltjes de ruimtesonde. Die kreeg dan ook geen gelegenheid opgewarmd te worden. Een vergelijkbaar effekt beleven we in onze keuken. In kokend water verbranden we onze hand meteen, terwijl we zonder gevaar onze hand korte tijd in een veel hetere oven kunnen steken. Het verschil in uitwerking zit in de kleinere dichtheid van lucht, waardoor per tijdseenheid minder hete molekulen onze huid treffen en verwarmen dan in het koelere kokende water.

Toekomst van de Voyagers

Na zijn ontmoeting met Saturnus is de Voyager 2 op weg naar Uranus, waar hij op 24 januari 1986 moet aankomen. De mogelijkheid wordt nog open gehouden om hem in augustus 1989 langs Neptunus te laten vliegen. De uitvoerbaarheid van deze plannen hangt natuurlijk af van het goed funktioneren van de ruimtesonde. In zijn boordkomputer zit overigens een programma waarmee hij volledig automatisch een waarnemingsprogramma bij Uranus kan uitvoeren.
Beide Voyagers zullen uit het zonnestelsel ontsnappen met een snelheid van 59.550 kilometer per uur. Het zal nog wel tot 1987–1988 duren eer ze buiten de invloedssfeer van de Zon komen. Pas daarna beginnen de interstellaire omstandigheden te overheersen. Men hoopt nog zeker tien jaar meetgegevens van beide ruimtescheepjes te blijven ontvangen. Deze gegevens zijn van belang om meer te weten te komen over de toestand in de buitengebieden van ons zonnestelsel. Pas over 40.000 jaar komt de Voyager 1 in de buurt van een andere ster, AC +793888 in het sterrenbeeld Kleine Beer, die hij op een afstand van 1,6 lichtjaar zal passeren. De Voyager 2 vliegt in de richting van de heldere ster Sirius, die hij op een afstand van 0,8 lichtjaar voorbij zal vliegen.

Voyager 2 door meteoriet geraakt?

Vlak nadat de Voyager 2 zijn kortste afstand tot de planeet Saturnus bereikt had, bleek zijn kameraplatform te blokkeren. Bij het onderzoek naar de oorzaak van deze storing stootte men op metingen van het instrument voor het meten van plasmagolven. Dat instrument registreerde tijdens het passeren van het ringvlak binnen drie minuten een intensiteitsverandering van een faktor 1000. Een verklaring hiervoor vond men niet. Tegelijkertijd namen andere instrumenten geen afwijkende dingen waar. Mogelijk is de Voyager door een ringdeeltje of een meteoriet getroffen, waarbij het brokje materie verdampte en een wolkje geladen deeltjes achterliet. W.B.

Heeft Neptunus ook ringen?

Wilfried Boland

Planetaire ringen zijn veel minder zeldzaam dan astronomen tot voor kort hadden vermoed. Na de ontdekking van de negen ringen van Uranus, de ring van Jupiter en de duizenden ringsegmenten om Saturnus rijst de vraag of misschien ook Neptunus, de verst verwijderde van de vier grote gasvormige planeten, één of meer ringen heeft.

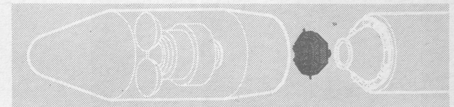
Om deze vraag te kunnen beantwoorden organiseerde de Amerikaanse astronoom Elliot een wereldwijde waarnemingskampagne waarbij zes grote sterrenwachten waren betrokken, om te zien hoe Neptunus op 10 mei 1981 rakend een heldere ster zou passeren. Gezien vanuit het Mauna Kea Observatorium op Hawaii passeerde Neptunus net iets ten zuiden van deze ster. Voor astronomen in Australië raakte de ster de noordpool van de planeet. Op alle ingeschakelde sterrenwachten zocht men naar helderheidsvariaties van de ster, die zouden ontstaan wanneer een mogelijke ring van de Aarde uit gezien voor de ster langs zou schuiven. Bij toeval had men de mogelijkheid de metingen op 24 mei nog eens te herhalen want dan zou een andere ster door Neptunus bedekt worden.
Helaas kon men geen aanwijzingen voor een ring vinden. Uit het gegeven dat een variatie van 5% in de helderheid van de ster zeker zou zijn waargenomen, konkludeerde Elliot dat een mogelijke ring van Neptunus minimaal vier maal ijler is dan de zwakste ring van Uranus, die bij een bedekking het sterlicht nog altijd zo'n 20% verzwakt. Ter vergelijking kan nog worden opgemerkt dat de ring van Jupiter dermate ijl is dat hij tot op heden niet met behulp van een sterbedekking kon worden gedetekteerd.

Science, vol. 213, 11 sept. 1981 ■

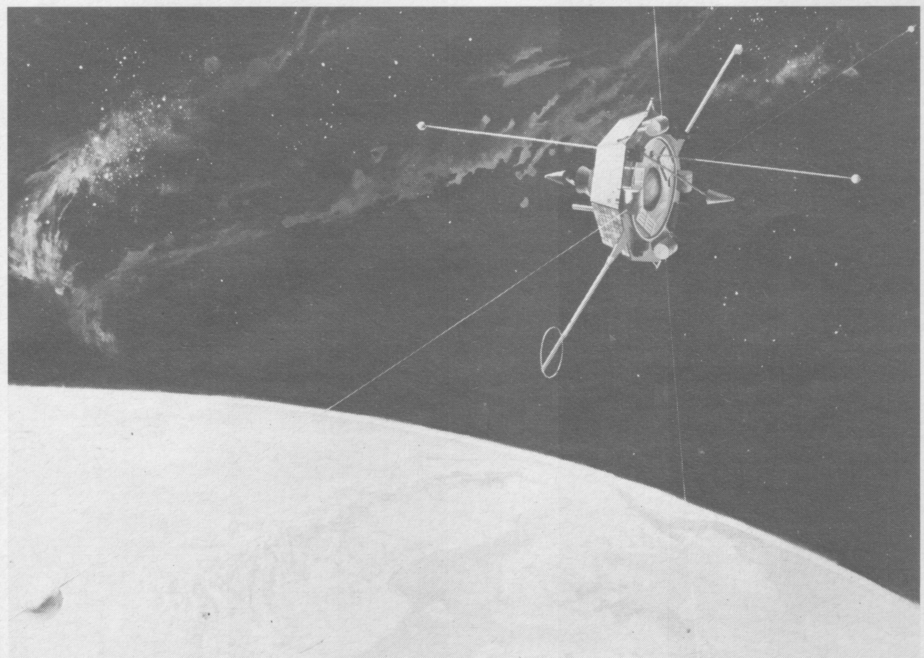
Ruimte-onderzoek wordt goedkoper

In de zomer van 1981 tekenden Boeing en Arianespace een kontrakt waarin is vastgelegd dat de twee maatschappijen samen zullen werken bij het verkopen en vervolgens lanceren van laaggeprijsde kunstmanen.
Arianespace zal, zoals zich al laat raden, voor lancering gebruik maken van de Ariane. Boeing levert en bouwt een "satelliet-platform', een soort kasko-kunstmaan waarvan alleen de nuttige lading nog maar hoeft te worden ingebouwd. Dat kan dus voor elke lancering iets anders zijn. Een bijzonderheid van het platform is dat het ontworpen is als een extra "passagier". Deze kunstmaan moet tussen de raket en de eigenlijke lading bevestigd worden. Het systeem wordt "share-a-ride" genoemd.
Boeing is er verder ook op uit om de kunstmaan zelf zo goedkoop mogelijk te bouwen. Men maakt daarom gebruik van beschikbare bestaande apparatuur en onderdelen. De kunstmanen zijn maar een meter hoog en er moeten er daarom met één lancering verscheidene tegelijk vervoerd kunnen worden. De raket brengt die hele lading naar een overgangsbaan, waarna elke satelliet met zijn eigen motor zijn eigen plekje aan het zwerk opzoekt.
Het ontwerp van het platform is ontwikkeld uit een kunstmaan die Boeing bouwt voor Zweden: de Viking. Dat wordt een wetenschappelijke kunstmaan die de invloed gaat onderzoeken van de zonnewind op de magnetosfeer; daarmee hangt het poollicht samen. Bovendien is die invloed ook verantwoordelijk voor de storingen in de telekommunikatie waarvan vooral de landen op hoge geografische breedten, zoals Zweden, van tijd tot tijd last hebben.
De Viking zal in 1984 gelanceerd worden als "lifter" bij de Arianelancering van de Franse SPOT, een kunstmaan voor onderzoek van het aardoppervlak. De Viking heeft een cilindervorm, en met die konstruktie kan hij heel gemakkelijk tussen raket en landing worden bevestigd.

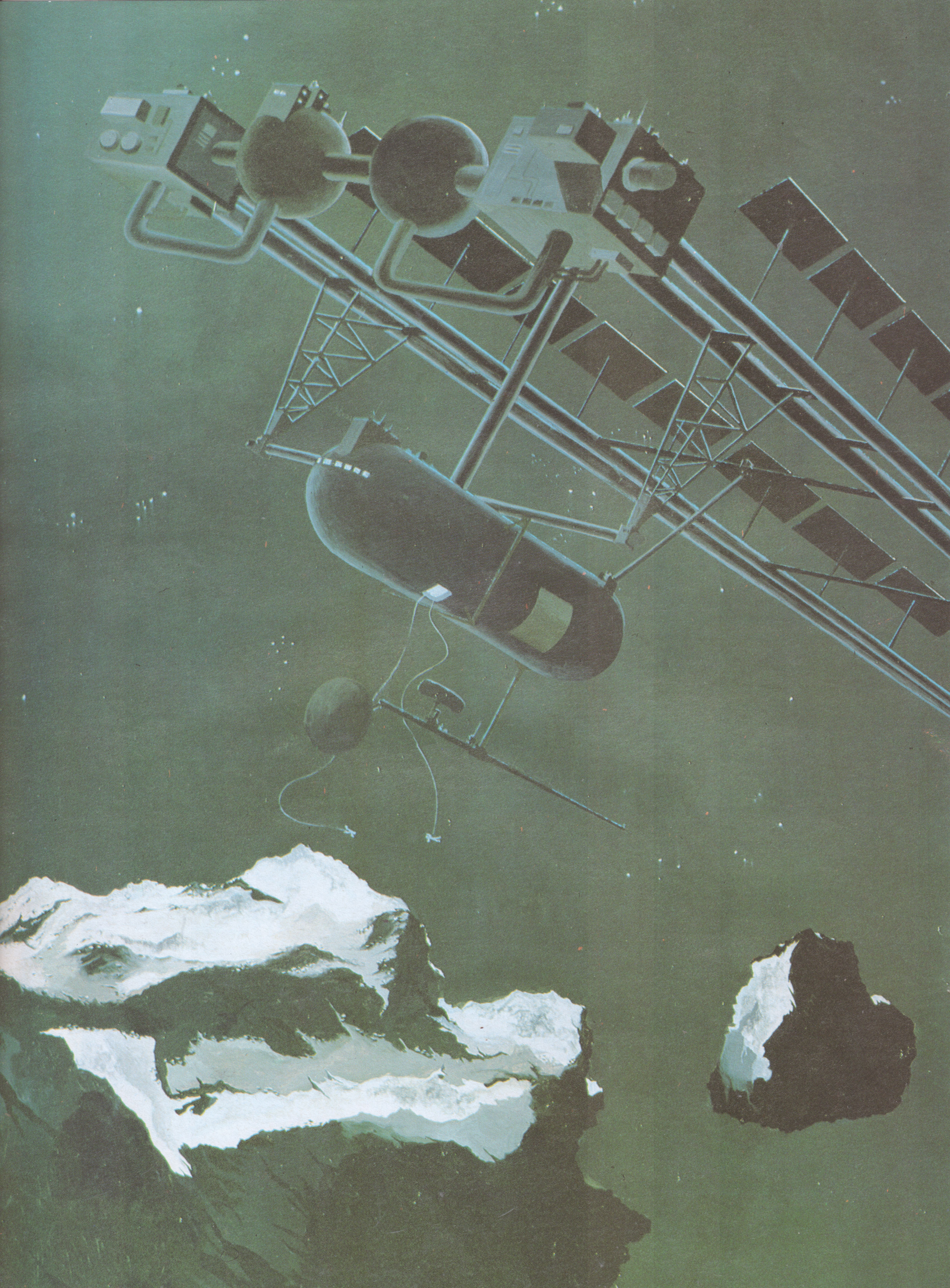
G. J. v. L.



De manier waarop Boeing en Arianespace redelijk goedkope, kleine kunstmanen als "lifters" bij Ariane-lanceringen een plaatsje geven.



De Zweedse Viking. Saab-Scania bouwt de satelliet, Boeing levert de basiskonstruktie. Met de Viking zal langs poollicht-veldlijnen van het aardse magneetveld de wissel-werking tussen langzame en snelle geladen deeltjes op hoogten tusen 6000 en 12.000 km onderzocht worden. Ook wordt het noorderlicht in ultraviolet gefotografeerd.
Er zitten vijf instrumenten in de Viking. Twee daarvan zijn Zweeds, een Amerikaans, een Canadees en het laatste Zweeds-Deens-Frans. Een werkelijk internationaal projekt kortom.



Mijnbouw op keien in de ruimte

G. J. v. Lonkhuyzen

De kleurrijke professor Gerard O'Neill van de universiteit van Princeton, heeft al jaren geleden studiegroepen aan het werk gezet om na te gaan of het interessant is steden in de ruimte te vestigen en hoe dat dan wel verwezenlijkt zou moeten worden. Uit dat idee is een variant geboren die veel eerder realiseerbaar lijkt: mijnbouw op planetoïden.

Het is eigenlijk allemaal begonnen op de Maan. Niet dat we daar al ooit iets groots gedaan hebben. Maar de Apolloreizen en de vele, vele symposia en workshops die al gehouden zijn door de diverse soorten ruimtevaartgeleerden hebben geleid tot het opstellen van technische beschouwingen over ontginningswerk op de Maan met de daarbij behorende konstruktiewerken, transportproblemen, sociale vraagstukken en zo voort. En uit al die beschouwingen heeft één idee aanleiding gegeven tot een nieuw plan: mijnbouw op de planetoïden.

Dat idee betreft de "mass driver", een woord dat zich misschien in het Nederlands het best laat vertalen met massastuwer.

Het beginsel – in een kadertje bij dit artikel uitgelegd – is heel eenvoudig. Men kan door het opwekken van een sterk magnetisch veld, dat bijvoorbeeld in een ringvormige baan is gelegd, metalen voorwerpen voortbewegen langs die baan met zeer grote snelheden. Als men nu die metalen voorwerpen maakt in de vorm van "emmers", dan is het mogelijk met zo'n emmer materiaal te vervoeren. Daarmee is men er nog niet. Het emmertje zou immers razendsnel in een cirkel of ovaal rondvliegen langs die baan. Maar als men nu aan het eind van een recht stuk een sterke remkracht op het emmertje uitoefent, wordt de inhoud ervan als door een katapult weggeschoten.

Dit idee werd voor de Maan ontwikkeld. Het zou dus bestaan uit een op de Maan gebouwde lange ovale baan, waarlangs de emmers schieten. O'Neill ontwikkelde de massastuwer als een methode om grondstoffen die op de Maan zijn ontgonnen, de ruimte in te schieten, waar ze worden gebruikt voor de bouw van een stad in de ruimte.

Voortstuwing door heelalpuin

Over die stad in de ruimte – torus genoemd vanwege zijn ringvorm – is al veel gepubliceerd. Maar de aandacht ervoor verslapte wat omdat zo'n projekt de allergrootste onderneming zou zijn ooit op Aarde (en omgeving) bedacht. Vandaar misschien dat men ging kijken naar de mogelijkheden om planetoïden te ontginnen en uit de diskussies daarover ontwikkelde zich een variant op de massastuwer. Niet een apparaat om grondstoffen weg te schieten, maar een apparaat dat heelalpuin wegschiet en zo voortstuwing levert voor een gigantisch ruimteschip.

Waarom heelalpuin? Eenvoudig omdat dat in voldoende hoeveelheden voorhanden is, als men mijnbouw gaat bedrijven op de planetoïden.

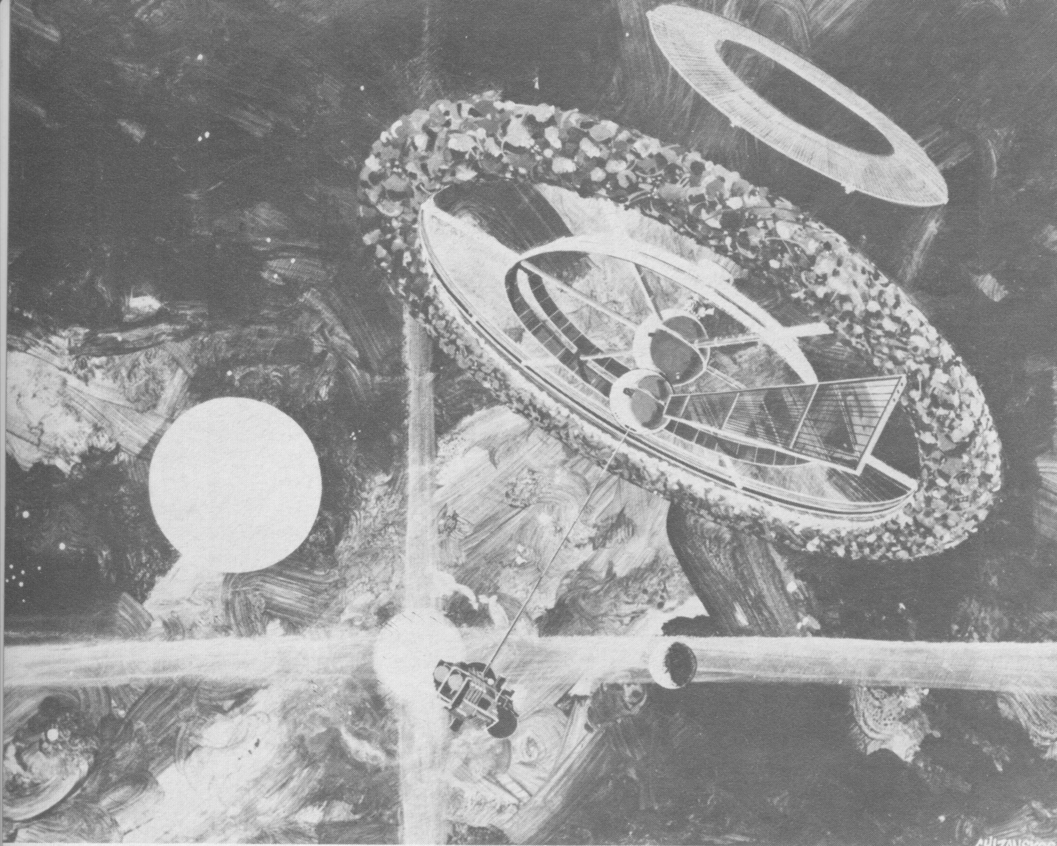
Waarom planetoïden

Van planetoïden is bekend dat ze aantrekkelijke grondstoffen bezitten die niet op de Maan voorkomen. Nu was de Maan al een interessante bron voor grondstoffen als men praat over grote bouwprojekten in de ruimte. Het is veel goedkoper om die grondstoffen van de Maan te halen dan van de Aarde (waar een zes maal zo grote zwaartekracht heerst).

Planetoïden, die zo goed als geen aantrekkingskracht hebben, zouden dus nog aantrekkelijker zijn. De moeilijkheid is echter dat ze in het algemeen veel verder van de Aarde zwerven dan de Maan. Daarom is gedacht aan een begin op planetoïden die op gezette tijden vrij dicht in de buurt van de aarde komen.

Er zijn twee groepen van dat soort planetoïden: de Amor-planetoïden, waarvan de baan voor een deel binnen die van Mars komt en de Apollo-planetoïden, waarvan de banen die van de Aarde kruisen.

Een mijnbouw-ruimteschip zou in een lage baan om de aarde gebouwd moeten worden en voldoende groot zijn om niet alleen mannen en materiaal te vervoeren, maar ook voorzien zijn van tuinen en kwekerijen en fokkerijen voor de voedselvoorziening gedurende acht jaar. Het gevaarte zou kilometers lang zijn, vooral door de lengte van de massdriver voortstuwing. Voor de eerste heenreis (zonder lading) zou misschien een ionenmotor nodig zijn. Illustratie Phil Tieland.



Een van de eerste voorstellen voor een stad in de ruimte, het wiel-model op het punt L-5, laat zien dat men toen al overwoog om het afgewerkte puin van ruimtemijnbouw (men dacht toen nog aan de Maan) te gebruiken om een pantser te bouwen rond de ruimte-stad, zodat deze beschermd is tegen meteoriet-inslagen en straling. Foto NASA

Over de samenstelling van planetoïden is nogal wat bekend dankzij spektroskopisch onderzoek en dankzij meteorieten die op Aarde terecht komt. Die laten zich vergelijken met planetoïden. Men heeft gekonkludeerd dat er planetoïden zijn die veel overeenkomst vertonen met de steenachtige en de steen-ijzer meteorieten. Zo is er ook een klasse die veel gelijkenis vertoont met de koolstofhoudende chondrieten, rijk aan koolstof en water. Kortom: grondstoffen genoeg.

Puinvaart richting Aarde

Mijnbouw op de planetoïden gaat veel inspanning kosten en vele jaren van voorbereiding. Het ruimteschip dat er voor nodig is, zal in een baan om de Aarde gebouwd moeten worden; een projekt dat zeker vier jaar zal duren. Dat schip zal de reis moeten maken naar de planetoïde die men wil ontginnen. Het zal in de buurt ervan positie kiezen, waarna een geologische expeditie eerst gaat kijken wat de heelalkei waard is. Daarna doet zich een aantal mogelijkheden voor. Is het een kleine kei, zeer rijk aan grondstoffen, dan is het waarschijnlijk het eenvoudigst de hele kei op sleeptouw te nemen. Het reisdoel is dan een plaats in de ruimte waar verwerking kan gebeuren. Als men besluit tot verslepen dan is het nodig om eerst een "de-spin" manoeuvre met die kei uit te voeren. Met andere woorden, hij moet uit zijn draaiende beweging gehaald worden, waarna het pas mogelijk is er een net van kabels omheen te leggen om te kunnen slepen.

Veel waarschijnlijker is het dat men zijn keus richt op vrij grote planetoïden, enkele tientallen kilometers in omtrek. Op zo'n planetoïde kan een klein mijnbouwstation geplaatst worden dat met behulp van zonne-energie de ruwe grondstoffen verwerkt tot zuivere. Koolstof en water kunnen verwerkt worden tot (droog en nat) ijs en opgeslagen worden. Die opslag is onvermijdelijk. De planetoïde was vlak bij de Aarde toen hij geënterd werd, maar zijn baan brengt hem vervolgens zeer ver van de Aarde weg. De ploeg heeft drie jaar de tijd om die planetoïde te "demonteren" tot de gezuiverde elementen en een grote hoeveelheid mijnpuin. Dat puin is belangrijk; het zal dienen als de stuwstof voor de massastuwer van het ruimteschip.

De reisroute van de massastuwer

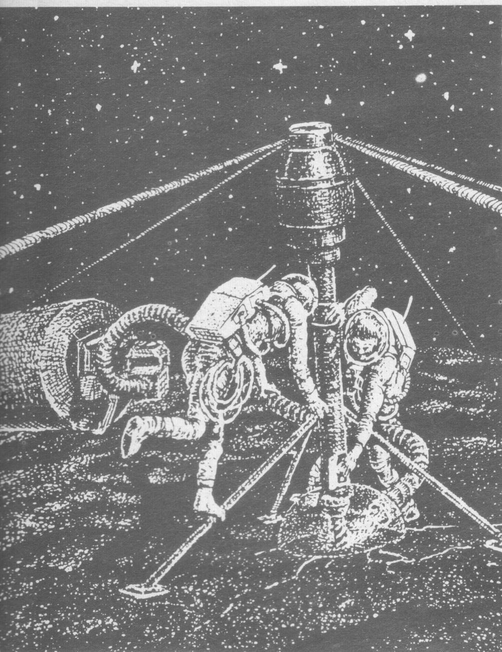
Die massastuwer is door zijn kilometers lange katapult-baan zeer groot, maar toch heeft men in het heelal te maken met aantrekkingskrachten die veel groter zijn dan wat een massastuwer kan overwinnen. Daarom kan men niet "regelrecht" naar de omgeving van de Aarde terugkeren. Met als lading de gesloopte planetoïde zal het ruimteschip koers zetten naar Venus om van de aantrekkingskracht van díe planeet gebruik te maken en naar de Aarde af te zwenken. Maar men zal de Aarde voorbijschieten en niet kunnen afremmen omdat de snelheid veel te groot is. De koers langs de Aarde is echter wel belangrijk om de astronautenploeg te kunnen aflossen en een nieuwe bemanning voor het volgende stuk van de thuisvaart te laten zorgen. Er volgt nog een rondje en opnieuw passeert het ruimteschip de Aarde te snel en te ver om ingevangen te kunnen worden. Wel zal er weer een nieuwe bemanning aan boord gaan. Ditmaal om de koers zo af te buigen dat men met behulp van de aantrekkingskracht van de Maan een scherpe bocht maakt, vaart verliest en koers zet naar een ruimtestation tussen Aarde en Maan. Daar aangekomen zal blijken dat het ruimteschip ongeveer de helft van het puin heeft "opgestookt" in de massastuwer. De gewonnen grondstoffen, ijs, droog ijs en metalen zijn niet verbruikt.

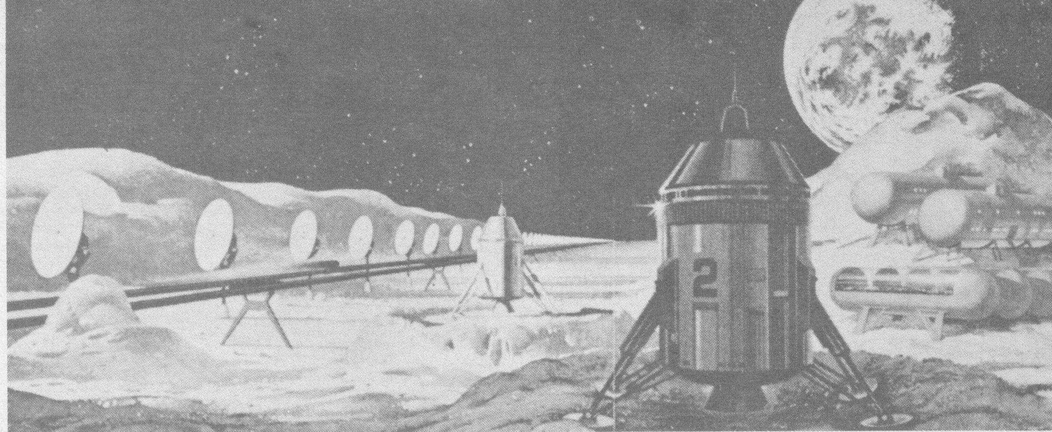
Mijnbouw op de planetoïden betekent dus zeer lang lopende projekten. Afgezien van de tijd die nodig is voor de bouw van het mijnbouw-ruimteschip, is er voor de heenreis een tijd nodig van enkele maanden. De ploeg die de planetoïde gaat bewerken (ongeveer twaalf man), zal daar drie aardse jaren aan werken. De terugreis naar de omgeving van de Aarde zal bijna vier jaar duren. Maar men zal met die ene planetoïde zo ontstellend veel grondstof hebben aangevoerd dat er gemakkelijk een immense energiesatelliet van kan worden gebouwd, of het grootste deel van een ruimtestad.

Het eerste werkende model van een massastuwer, helemaal gebouwd uit bestaande onderdelen, dat in het kaderstukje hiernaast wordt genoemd. Foto National Space Institute



Ruimtemijnwerkers op een planetoïde. Tekening Don Davis, uit Gerard K. O'Neill, The High Frontier, Bantam Books, New York, 1978





Zo zou de eerste mijn en zijn bijbehorende massastuwer voor het transport van gedolven materiaal op de Maan er uit kunnen zien. De gewonnen delfstoffen zouden bedoeld zijn voor het konstrueren van een Stanford torus voor 10.000 mensen. Foto Field Enterprise Educational Corporation

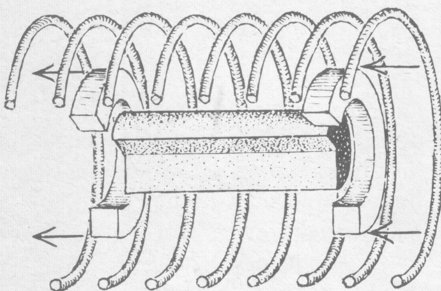
Schuimballen

Ruimtesteden of grote energiesatellieten gebruiken veel materiaal, metalen, chemikaliën, water en puin voor de bescherming tegen straling en mikrometeorieten.
Maar de Aarde zelf zal ook belangstelling krijgen voor bepaalde grondstoffen, want op Aarde zijn al aardig wat artikelen op de lijst van "schaarste" gekomen. Dat geldt bijvoorbeeld voor bepaalde metalen. De planetoïde-mijnbouw kan hier uitkomst bieden. Daarvoor is nodig een ruimte-industrie, die de metalen verwerkt tot zeer grote schuimballen. Deze kan men met redelijk trage snelheid naar de Aarde brengen, waar ze op vooraf berekende punten losgelaten worden, zodat ze neerkomen in een verlaten stuk oceaan, waar ze blijven drijven.
Er zijn tenminste veertig planetoïden bekend, die er aantrekkelijk uitzien voor een mijnbouwprojekt. Om er te komen heeft men in elk geval minder energie nodig dan voor een retourtje Mars. Daarbij komt ook dat de planetoïden geen aantrekkingskracht van betekenis hebben, zodat het vrijmaken van grondstoffen weinig energie vergt.

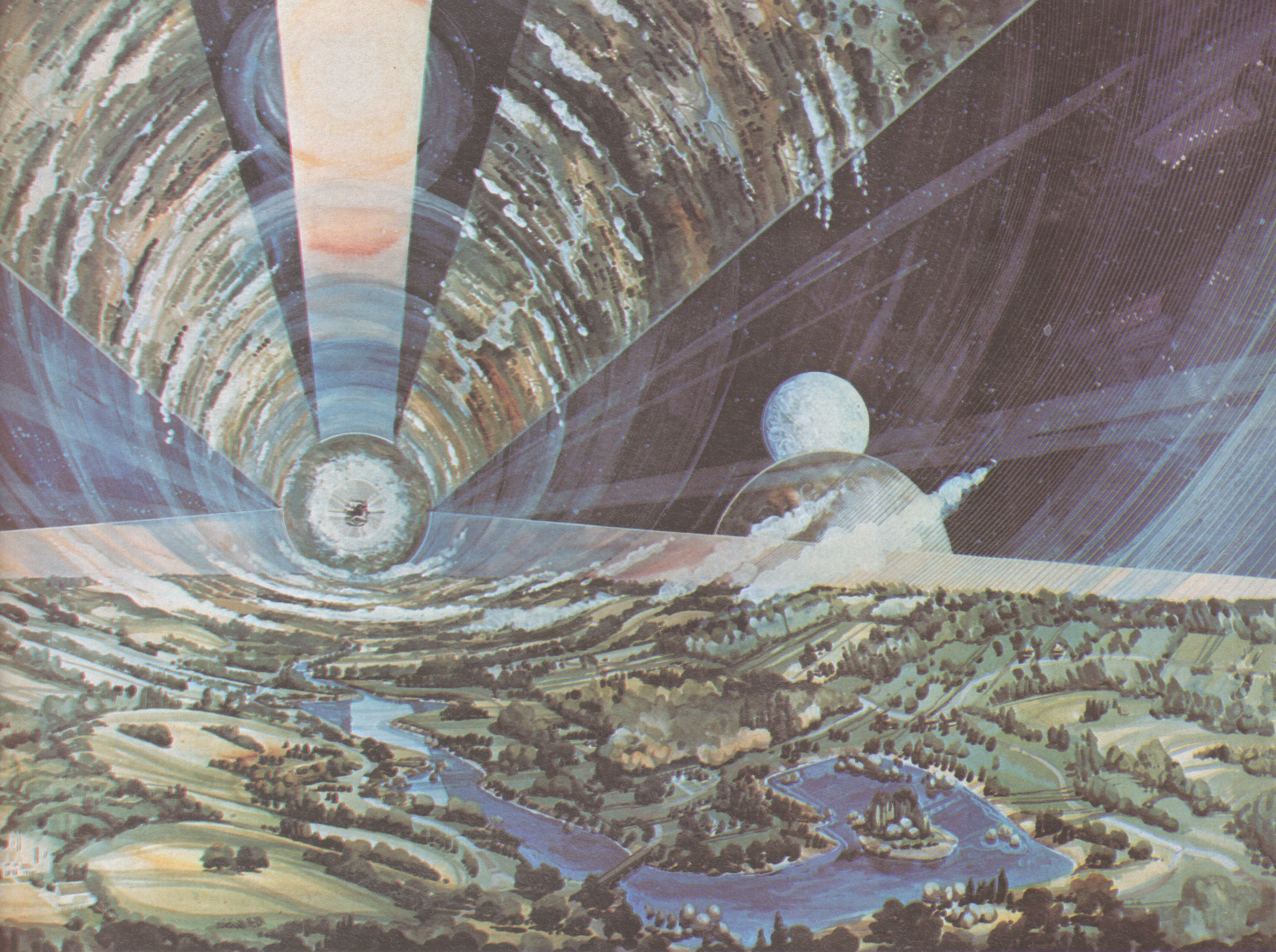
Kosten

De kosten van het ontginnen van de Maan – een noodzakelijk referentiekader omdat voor de Maan al veel papierwerk is gedaan – worden geschat op 60 miljard dollar (koers van 1978). Dat is iets duurder dan het Apollo-projekt. Maar de kosten zouden uitgesmeerd worden over een groot aantel jaren. Voor wat planetoïden betreft kan gezegd worden dat door het vrijwel ontbreken van zwaartekrachtvelden rond planetoïden, de kosten lager zullen zijn.
Een bonus is verder nog, dat men in planetoïden bodemschatten kan vinden die op de Maan ontbreken. Omdat de kosten van planetoïde-mijnbouw ongeveer 1% uitmaken van het federale budget van de V.S., verwachten de voorstanders van het projekt dat er metterdaad aan zal worden begonnen.
Grondstoffen zijn immers nodig voor de bouw van gigantische energiesatellieten. Voor wat de specialisten van NASA betreft kan in 1990 met dit werk begonnen worden.

Principe van de massastuwer



De massastuwer is in wezen heel eenvoudig. Men zet een grote serie cirkelvormige spoelen achter elkaar. Door elke spoel laat men een elektrische stroom lopen; daardoor wordt een magneetveld opgeroepen. Dat magneetveld veroorzaakt in een tweede reeks spoelen die binnen de eerste aangebracht zijn, een induktiestroom. Die stroom zorgt dan weer voor een magneetveld binnen de tweede reeks spoelen. Geleidende materie binnen die tweede reeks spoelen wordt door het magneetveld in beweging gebracht. Door nu de buitenste spoelen niet allemaal tegelijk onder stroom te zetten, maar dat achtereenvolgens te doen, ondergaat de materie helemaal binnen in een – toenemende – versnelling in één richting: er wordt massa voortgestuwd. Afremmen gebeurt door het magneetveld om te keren.
Twee ontwikkelingen hebben inmiddels de massastuwer realiseerbaar gemaakt. De eerste is het beschikbaar komen van supergeleidend materiaal dat betaalbaar is. Daarmee kunnen magneten verkregen worden die, eenmaal magnetisch gemaakt, dat tot in lengte van dagen blijven. Dat is net het soort magneten dat nodig is voor de binnenste reeks spoelen.
De tweede ontwikkeling is een soort herontdekking van een idee uit het begin van deze eeuw. Toen realiseerde een Franse ingenieur zich dat een permanente magneet die snel langs een geleidende rail beweegt, in die rail een induktiestroom oproept. Die stroom zorgt op zijn beurt voor een magneetveld dat de bewegende magneet afstoot. Hoe sneller de magneet beweegt, hoe krachtiger dat afstotende effekt is en hoe gemakkelijker de magneet gaat bewegen. Met toenemende snelheid neemt dus de wrijving af! Dit verschijnsel maakt het daarom mogelijk massa langs een rail te versnellen en tegelijkertijd te sturen, en dat is precies wat een massastuwer nodig heeft. Wanneer men die rail bij zijn uitgangspunt terug laat komen, heeft men een gesloten en relatief goedkoop systeem.
In 1977 werd voor het eerst een werkend model voor de massastuwer vervaardigd en dat deed het uitstekend. In 0,11 sekonde tijd werd een kleine lading over een afstand van 2,5 meter versneld tot een snelheid van 130 km per uur!



"Ruimtevaart biologische aktiviteit" Roeland de Bie

De Aarde als organisme

De uiterste konsekwentie van de Gaia-hypothese van Lovelock: door volkomen zelfstandige kolonies in de ruimte verzekert de mens het voortbestaan van het leven van de Aarde. Foto NASA

Sinds het boek *"Gaia, a new look at life on earth"* van de Britse chemikus J. E. Lovelock in 1979 verscheen, heeft de zgn. "Gaia-hypothese" bijzonder veel aandacht gekregen in de pers. En niet zonder reden want Lovelock verwoordt de al langer levende gedachte dat al het leven op Aarde één organisme vormt, voor het eerst in natuurwetenschappelijke taal. Nu de Nederlandse vertaling onder de titel *"Gaia, de natuur als organisme"* is verschenen, is dat een goede gelegenheid om Lovelocks hypothese nog eens onder de aandacht te brengen en er een paar kanttekeningen bij te plaatsen.

Kortgezegd komt de Gaia-hypothese hier op neer dat het leven op Aarde opgevat kan worden als één, planeet-omvattend organisme dat door middel van terugkoppelingsprocessen in staat is om de omstandigheden op Aarde in een voor het leven optimale toestand te handhaven. Als reden voor deze veronderstelling noemt Lovelock onder andere het feit dat, sinds het leven 3500 miljoen jaar geleden op Aarde verscheen, het klimaat slechts relatief kleine schommelingen heeft gekend terwijl de intensiteit van de zonnestraling en de chemische samenstelling van de atmosfeer in die periode grote veranderingen hebben ondergaan.

Lovelock meent dat hier geen sprake kan zijn van toevallige omstandigheden. Het is het geheel van de levende natuur zélf dat de levensomstandigheden optimaal houdt door middel van terugkoppelingsprocessen waarin zowel de dode materie als de levende natuur betrokken zijn. Dit overkoepelende leefsysteem noemt Lovelock *Gaia*, naar de Griekse godin van de Aarde. De vitale "organen" van het planetaire mechanisme moeten we vooral zoeken in de grote hoeveelheden mikro-organismen die in de aardbodem en de zee leven.

Afgezien van de betekenis die deze visie kan hebben voor een wereldwijde benadering van de milieuproble-

men, heeft het idee van een planeetomvattend organisme vergaande gevolgen voor ons mens- en wereldbeeld. Lovelock merkt in zijn boek op dat onze soort met zijn technologie integraal deel uitmaakt van Gaia, het planetaire organisme. Op het eerste gezicht lijkt dat een overbodige opmerking, want waarom zouden de menselijke organismen en hun aktiviteiten (of die nu als "technologisch" aangeduid worden of niet, doet niet ter zake) niet tot het geheel van de levende natuur behoren? Toch raakt hij juist hier aan een uiterst gevoelige plek in het menselijk denken: de tegenstelling die wij aanbrengen tussen natuur en kultuur. Er is niets op tegen om de menselijke samenlevingsvormen en hun voortbrengselen ter onderscheiding aan te duiden met het woord "kultuur". Dat wil echter niet zeggen dat mensen en menselijke aktiviteiten geen deel uitmaken van de levende natuur.

De tegenstelling tussen kultuur en natuur bestaat in de werkelijkheid niet. Toch heeft het aanbrengen van die scheiding een funktie. Vanaf het moment dat de eerste mensen hun biologisch milieu onderzochten en in de natuurverschijnselen wetmatigheden ontdekten, konden ze daarmee daadwerkelijke macht over hun omgeving uitoefenen. Vanaf dat moment bestond ook het idee van de tegenstelling tussen de aan wetten onderworpen natuur en de "vrije" mens.

Als wij echter de levende natuur, de biomassa die de planeet Aarde als een schil omgeeft, in haar geheel willen overzien, kunnen wij niet langer vasthouden aan de geruststellende gedachte dat de menselijke kultuur en de levende natuur twee verschillende zaken zijn.

Streven naar voortbestaan

Laten wij er nu van uitgaan dat alle levende organismen, de mens inkluis, deel uitmaken of suborganismen zijn van één, planeetomvattend organisme. In dat puur biologische model valt het op dat de mens zich in één aspekt fundamenteel onderscheidt van de overige levensvormen: hij is als enige in staat om met behulp van door hem geproduceerde kokons te overleven buiten Gaia, in de interplanetaire ruimte.

Maar wat heeft dat verschijnsel ruimtevaart te maken met de hypothese dat al het leven op Aarde één organisme vormt? Het antwoord luidt: alles! Als we uitgaan van het bestaan van een dergelijk planetair organisme, dan veronderstellen we ook dat het, zoals elk organisme, streeft naar voortbestaan. De twee elementen waaruit dit woord is opgebouwd duiden erop dat het streven niet alleen gericht is op onmiddellijke handhaving van de organische struktuur (Lovelock noemt dat een biocybernetisch systeem) maar ook op (indirekte) overleving in de tijd door middel van onafhankelijke nakomelingen. Ook voor het planetaire organisme komt onvermijdelijk het moment van de dood, in ieder geval als de Zon aan haar einde komt, maar misschien eerder. Het geheel van de levende natuur heeft er dus belang bij om organismen voort te brengen die in staat zijn onafhankelijk van het moederlichaam te overleven.

De ruimtekolonies die de Amerikaanse natuurkundige G. K. O'Neill beschrijft in zijn boek *"Wonen in de ruimte"* zijn een soort miniatuurwerelden met landbouw, industrie en een eigen ekologisch systeem. Ruimtekolonies bestaan op dit moment nog alleen op papier, maar het is waarschijnlijk dat zij eens realiteit zullen zijn.

Het is moeilijk om ruimtevaart, een typisch technologische prestatie van de menselijke kultuur, te zien als een fase in het proces dat het voort-bestaan van het aardse leven moet verzekeren, als een puur biologisch verschijnsel. Toch loont het de moeite van de geestelijke inspanning die het ons kost om boven ons antropocentrisch wereldbeeld uit te stijgen. Zolang we geloven in de voorstelling dat natuur en kultuur tegengestelde grootheden zijn, zolang zijn we niet in staat de bewegingen in de biosfeer en dus ook in het netwerk van de mens objektief waar te nemen, laat staan te beheersen.

Lovelock heeft het beeld van een planeetomvattend organisme natuurwetenschappelijk bespreekbaar gemaakt. Misschien is nu de tijd aangebroken om de logische konsekwenties van dit biocentrische model ter diskussie te stellen.

Gaia, de natuur als organisme, J. E. Lovelock, Nederlandse vertaling uitg. bij Bruna & Zoon, Utrecht, 1980, 176 blz., prijs *f* 19,90. ISBN 90 229 7552 5.

Wie over bovenstaand artikel verder van gedachten wil wisselen met de auteur, kan schrijven naar Sophiastraat 113 A, 3061 LS ROTTERDAM.

Waar zijn de buitenaardsen?

De vraag of wij mensen de enige intelligente wezens in het heelal zijn, blijft tal van onderzoekers boeien. In de beschouwingen gaat de Gaia-hypothese mogelijk een rol spelen.

Onder jongere astronomen is zich een "school" aan het ontwikkelen die eraan twijfelt of het heelal wel bruist van leven. De veronderstelling dat er veel leven in de kosmos is, komt voort uit het idee dat het ontstaan van leven niet iets bijzonders is. Een van de "jonge" twijfelaars, Michael Hart, stelt dat het leven op Aarde kon ontstaan door een onwaarschijnlijk toevallige samenloop van gunstig uitpakkende gebeurtenissen. Volgens berekeningen die hij aan de geschiedenis van de aardse dampkring heeft uitgevoerd, is het beginnende leven op Aarde als door een wonder steeds van de ondergang gered.

Andere astronomen hebben zitten rekenen aan de technologische vooruitgang van een intelligente beschaving. Eric Jones en Gerard O'Neill bijvoorbeeld konkluderen dat die vooruitgang veel sneller gaat dan men altijd heeft aangenomen. Het ontwikkelen van zelfstandig funktionerende ruimtekolonies is daarbij een fase die snel bereikt wordt. Zij schatten dat een technologische beschaving binnen eentienduizendste tot eenduizendste van de leeftijd van een melkwegstelsel dat hele stelsel kan koloniseren. Dat betekent dat de Aarde al lang door buitenaardse wezens bezocht had moeten worden, en zij vragen zich daarom af waar die wezens blijven. Zijn ze er misschien gewoon niet?

De Gaia-hypothese sluit op twee punten bij het bovenstaande aan. Ook die hypothese ziet als logische ontwikkeling ruimtekolonies ontstaan. Daarnaast beschouwt de hypothese de gunstige omstandigheden voor het leven op Aarde niet als toeval, maar juist als het meest kenmerkende voor een planeet met leven. De toevalligheden die Hart opmerkt, verraden net het funktioneren van de Aarde als organisme. De Gaia-hypothese kan daarmee het denken over leven elders in een nieuwe richting sturen.

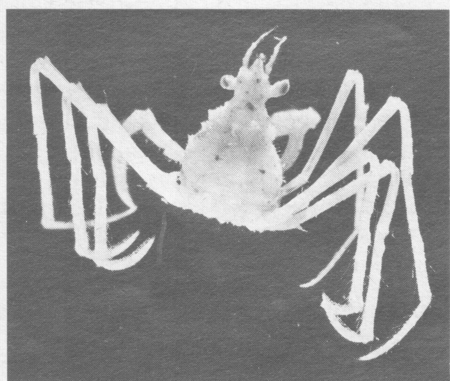
Overigens bestaan er plannen om in ons land over enige tijd een symposium over de Gaia-hypothese te houden.

Wij houden u op de hoogte.

Nieuws uit de natuur.

Onbekend leven in de Noordzee

Eigenlijk is er nog veel te weinig bekend van het leven in de Noordzee. Dat bleek weer eens toen kort geleden twee nieuwe krabbensoorten ontdekt werden. Het gaat om spinkrabben die tot het geslacht van de hooiwagenkrabben horen. Ze zijn ongeveer één centimeter groot en van beide soorten zijn inmiddels al zo'n 40 exemplaren gevonden. Biologen zijn het er alom over eens dat het echt om nieuwe soorten gaat.
De vondst is om twee redenen opmerkelijk. Allereerst zijn vrijwel alle bekende spinkrabsoortern al sedert de 19e of zelfs 18e eeuw bekend. Daarnaast wordt de bodem van de Noordzee en deze zee zelf al jarenlang intensief onderzocht. Tot nog toe had men echter geen tijd en geld om alles wat boven water gehaald werd, systematisch te onderzoeken. Omdat ons land meer aandacht aan het zee- en oceaanonderzoek aan het besteden is, zijn die mogelijkheden er nu wel. Biologen achten het waarschijnlijk dat deze spinkrabben al wel eens eerder zijn opgevist, maar toen niet herkend. Bovendien denken ze dat er nog veel meer onbekend leven zal zijn, dat tot nu toe aan de aandacht is ontsnapt.
De toenemende interesse in de Noordzee heeft te maken met het feit dat deze zee steeds meer het toneel van menselijke aktiviteiten wordt. Om het zeemilieu te beschermen, moet men weten wat er in dat milieu voorkomt. De zee blijkt rijker te zijn aan leven dan menigeen denkt. De vraag is natuurlijk wel wat er al niet allemaal verdwenen is en wat het huidige zeemilieu kan verduren. Op die vragen moet het onderzoek dat ijverig voortgezet wordt, antwoord geven.
Bron: De letter W 81/13.



Een van de nieuw ontdekte spinkrabsoorten in de Noordzee. Het beestje is inklusief de poten ongeveer vijf centimeter groot. Foto NIOZ

Uniek onderzoek in Nederlandse duinen

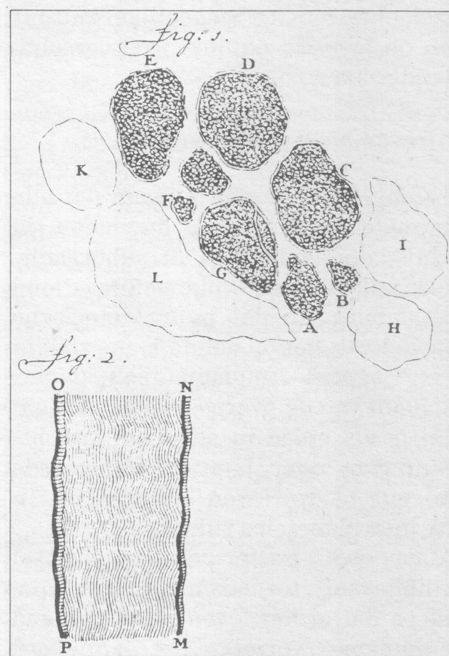
Met drie promoties achter elkaar werd op 9 oktober 1981 in Wageningen een uniek onderzoek in de Nederlandse duinen afgesloten. In ons duingebied is wel al veel onderzoek gedaan, maar dat werd altijd vanuit één bepaald specialisme verricht of er was geen koördinatie tussen verschillende onderzoeken. Dat is nu voor het eerst in Nederland op zo'n grote schaal wel gebeurd en dat is het bijzondere van het onderzoek.
Theo Bakker onderzocht de grondwaterhuishouding van de duinen, Jan Klijn de ontstaansgeschiedenis en de huidige vorm van de duinen en de bodem; Fred van Zadelhoff inventariseerde het plantenleven in de duinen. In de natuur hangt alles met elkaar samen en daarom kan van een gebied alleen maar een goed beeld ontstaan, wanneer uit verschillende vakgebieden gegevens met elkaar in verband gebracht worden. Logisch, zou men denken, maar in de praktijk is dat tot op heden vrijwel nooit gebeurd. De jonge wetenschap van de landschapsekologie biedt echter het kader waarin dat samenvoegen van gegevens kan gebeuren. Het volgende voorbeeld laat zien wat dat oplevert.
Aan de zuidwestpunt van Texel slaat de zee voortdurend iets van het duin weg. Dat is een proces dat door Klijn werd onderzocht en beschreven. Bakker konstateerde intussen dat daardoor de grondwaterspiegel daalt, niet alleen langs de kust, maar tot ver in het achterland. Dat leidt tot een verdroging van het duingebied achter de aangevallen kust. Die verdroging weerspiegelt zich in de plantenwereld en dat kon Van Zadelhoff dan ook aantonen. Door de verdroging kan het duingebied verder landinwaarts gaan stuiven, een proces dat weer op het onderzoeksterrein van Klijn ligt. Doordat de drie onderzoekers gezamenlijk werkten en informatie uitwisselden, kregen ze een goed inzicht in wat er nu precies gebeurde. Met dergelijke kennis kunnen nadelige ontwikkelingen beter tegengegaan worden, of blijkt een ogenschijnlijk nadelige verandering in feite waardevol te zijn.

Direkte aanleiding tot het onderzoek vormde een overheidsrapport over de toekomstige drinkwatervoorziening. Zoals bekend liggen in de duinen diverse infiltratiegebieden van drinkwaterbedrijven. Het rapport, uit 1972, voorzag een forse uitbreiding van de infiltratieaktiviteiten. In het hele rapport werd echter met geen woord gerept over de eventuele gevolgen die dit voor de duinen, ons laatste min of meer ongerepte natuurgebied, zou hebben. Daar sprongen verscheidene instanties toen op af en dat leidde tot het projekt waaraan Bakker, Klijn en Van Zadelhoff gewerkt hebben. Zij kregen van begin af aan als duidelijke opdracht mee de natuurwaarde van het duingebied vast te stellen. In de uiteindelijke konklusies van hun onderzoek doen ze in de richting van het behoud van de duinen diverse duidelijke uitspraken die fors ingaan tegen allerlei plannen voor meer menselijke aktiviteit in de duinen (stedelijke uitbreiding, industriële aktiviteit, beheer van de duinen, op enkele plaatsen de rekreatie). Met name de vereniging van exploitanten van waterleidingbedrijven heeft al kritiek op het onderzoek laten horen. Het woord is nu aan de beleidsmakers bij gemeenten, provincies en het rijk.

Van Leeuwenhoek leverde vakwerk

Anthonie van Leeuwenhoek, die leefde van 1632 tot 1723, wordt terecht de vader van de mikroskoop genoemd. Tijdens zijn leven heeft hij veel brieven geschreven naar de Royal Society in Londen waarin hij de resultaten van zijn onderzoek beschreef.
Uitgebreid speurwerk in de archieven van die Society heeft onlangs drie brieven opgeleverd waaraan in totaal negen envelopjes gehecht zaten, met originele preparaten. Die onderzocht hij 307 jaar geleden; ze blijken van bijzondere kwaliteit te zijn.
Van een van deze preparaten, *"'t Witte van een schrijffpenne"*, een ganzeveer die als schrijfpen werd gebruikt, was alleen nog maar de schacht over.

De andere preparaten bestaan uit met de hand gesneden coupes (dunne plakjes) van kurk, vlierpit en een koeieoog. Hoewel deze coupes tot



Een tekening van Anthonie van Leeuwenhoek die op ware grootte een bundel zenuwen van een koeieoog laat zien. Hoewel de afbeelding primitief lijkt, is de nauwkeurigheid waarmee het preparaat is weergegeven, zeer goed.

een kompakte massa waren samengeperst, is de kwaliteit toch nog zo goed dat ze in een modern laboratorium geen slecht figuur zouden slaan.
Van Leeuwenhoek blijkt inderdaad zo kundig geweest te zijn als iedereen altijd van hem beweert.
Zijn ontdekkingen, maar vooral zijn beschrijvingen en tekeningen van wat hij door zijn mikroskoop zag, verbazen heden ten dage nog vele geleerden en technici. Zijn tekeningen bijvoorbeeld zijn juweeltjes van tekenkunst en gebaseerd op een heel groot waarnemingsvermogen. Vaak begreep Van Leeuwenhoek niet precies wat hij zag, maar steeds was hij zeer dicht bij de waarheid als hij zijn vermoedens uitsprak. Zijn tekeningen zijn zo goed dat we nu met onze huidige wetenschap kunnen interpreteren wat hij precies zag in zijn preparaten. Vaak wordt de mening uitgesproken dat hij in onze tijd ongetwijfeld een zeer groot geleerde zou zijn geweest. In zijn tijd was hij "slechts" een ijverig amateur, die zich "behielp" met de praktijk.

Natuurkunde thuis

Luc Vanhoeck

Boltzmann en inktdruppels

Neem eens een glas water en voeg er een inktdruppel aan toe. Wat gebeurt er? Na voldoende lange tijd zal de inkt zich uniform in het water verspreid hebben. We wachten nu totdat de inktdruppel zich weer koncentreert en het water opnieuw doorzichtig wordt. Wat zegt u? Dat zoiets onmogelijk is? Dat mag uw mening zijn en wellicht hebt u nog gelijk ook, maar we zullen het toch wel even nagaan.

Een probleem zoals hierboven gesteld, is in de statistische thermodynamika bekend als de paradox van Boltzmann. Deze leefde in de tweede helft van de 19de eeuw en was de grondlegger van de statistische thermodynamika, een wetenschap die zich bezighoudt met veel-deeltjesproblemen. Bij gassen bijvoorbeeld is het onmogelijk het gedrag van elk molekuul te beschouwen maar statistische analyse is toch in staat veel te leren over het gas op zich. We moeten op de methoden van de statistische thermodynamika beroep doen om bovenstaand probleem op te lossen, aangezien we onmogelijk de beweging van elk inktmolekuul kunnen volgen.
De paradox kan op volgende manier worden opgelost. We zouden kunnen redeneren dat de beweging die zou leiden tot opnieuw samenbrengen van de inktdruppel even waarschijnlijk is als de beweging die leidt tot de uniforme verdeling ervan in het water. Er zit een kern van waarheid in, maar we moeten bedenken dat er oneindig veel meer manieren zijn om tot die verdeling te komen dan er manieren zijn om de koncentratie te bewerkstelligen.
Om een en ander in getallen uit te drukken, moeten we weten hoeveel manieren er precies zijn.
Stel dat we twee verschillende auto's in vier garages willen plaatsen. Op hoeveel verschillende manieren kunnen we dat doen? Even nadenken leert dat we dat op twaalf verschillende wijzen kunnen realiseren. In de statistische thermodynamika zou men zeggen dat er twaalf komplexionen zijn, dus twaalf realisatiemogelijkheden.

Kansberekening

We moeten nu overstappen naar het begrip entropie, een begrip ingevoerd om aan te duiden hoe waarschijnlijk een bepaald proces is. Men heeft entropie zo gedefinieerd dat een proces slechts spontaan verloopt als hierdoor de entropie stijgt. Een eeuwigdurende beweging, perpetuum mobile, is onmogelijk omdat hiermee een entropiedaling gepaard gaat. De inktdruppel zal zich niet opnieuw vormen omdat ook dat entropiedaling zou vergen.
Boltzmann heeft al een uitdrukking voor de entropie geformuleerd; daarin komt het aantal komplexionen voor. Die uitdrukking kan zo herschreven worden, dat we er het entropieverschil uit kunnen aflezen.
Het blijkt dan dat een uniforme verspreiding van de inkt in het water uiteraard het meest waarschijnlijk is.
Het entropieverschil wordt omschreven in termen van het aantal plaatsen waar de inktdeeltjes eerst waren en waar ze vervolgens nog heen kunnen. Wanneer dat aantal plaatsen erg groot is, zijn die aantallen evenredig met het volume waarin ze zich bevinden. Dat maakt het mogelijk een eenvoudige formule op te stellen waaruit direkt af te leiden valt hoe groot de kans is dat de inkt zich weer samenvoegt tot één druppel. Die kans blijkt 1 op 10^{720} te zijn!
Hoe groot dat getal is, laat het volgende voorbeeld zien. Stel dat we een zeer vernuftig apparaat hebben waarmee we per sekonde 10.000 waarnemingen van de situatie in het glas met water kunnen doen. Dat levert
Per jaar:
$(10^{720} : 10^{4}) \times 3600 \times 24 \times 365$ waarnemingen op. Het duurt dan maximaal 3^{548} jaar eer we weer één druppel inkt in het glas zien!
Het heelal is zowat 10 miljard jaar oud. Stellen we deze leeftijd gelijk aan één sekonde, dan hebben we nog 10^{534} uur nodig om éénmaal een druppel inkt te zien.
Het besluit is duidelijk: u had inderdaad gelijk toen u zei dat het onmogelijk was. De waarschijnlijkheid is niet nul zoals we hebben berekend, maar het zou inderdaad lang duren vooraleer u enig gunstig resultaat zou zien.
Zo u bevriende A&K-lezers kent die regelmatig zelf dit proefje herhalen, dan is het nu het geschikte moment om ze van het glas water weg te halen...

Ruimterommel

De hoeveelheid rommel die door de ruimtevaartaktiviteiten in banen om de Aarde draait, is zo groot geworden dat een groep Amerikaanse deskundigen vindt dat er een speciale internationale kommissie moet komen die uitzoekt wat er aan gedaan kan worden voordat de situatie gevaarlijk wordt. Een voorstel van de Amerikanen werd ingediend op het ruimtevaartkongres dat afgelopen september in Rome werd gehouden.
NORAD, het bewakingscentrum van het Amerikaanse ministerie van defensie, houdt op het moment al meer dan 5000 voorwerpen in het oog. Het merendeel daarvan is groter dan tien centimeter. Dit schroot bestaat uit resten van raketten, van kunstmanen en zelfs ook uit brokken die het resultaat zijn van proeven met "killer"-satellieten. Elk jaar neemt de hoeveelheid ruimterommel met tien procent toe. De grootste hoeveelheid bevindt zich op een hoogte van 850 kilometer. De kans op een botsing is nog steeds erg klein, maar groot wil men die kans niet laten worden. GJvL

Medisch nieuws

Bloedvatonderzoek minder vervelend

Toepassing van beeldversterkings- en beeldvergelijkingstechnieken heeft geleid tot een apparaat waarmee onderzoek van bloedvaten vergemakkelijkt kan worden. Vaatonderzoek doet men bij mensen die problemen met hun hart en bloedvaten hebben of bij wie men die problemen verwacht. Tot nog toe doet men dat onderzoek met gewone röntgenfoto's. Daarop is alleen het gewenste te zien wanneer men een grote hoeveelheid kontrastvloeistof in de aderen aanbrengt. Dat gaat via een slangetje direkt in een bloedvat.
Die zogenaamde katheterisatie is erg vervelend en voor mensen die in ernstige problemen verkeren meestal te zwaar. Met het nieuwe apparaat, dat een digitale vaatafbeelding levert, heeft men aan een veel kleinere hoeveelheid kontrastvloeistof die bijvoorbeeld in de arm wordt ingespoten, genoeg. Het apparaat maakt vóór het onderzoek een röntgenfoto van het te onderzoeken deel van het lichaam, en legt de gegevens van die opname in zijn komputergeheugen vast. Nadat de kontrastvloeistof zich door het lichaam heeft verspreid, wordt weer een opname gemaakt. Die wordt dan vergeleken met de eerste, en alles wat al op die eerste te zien was, wordt weggelaten. Dan blijft over de toestand mét kontrastvloeistof en die wilde men weten. Hoewel de koncentratie aan kontrastvloeistof erg laag is, zorgt beeldversterking toch voor een bruikbaar beeld. Als de onderzochte persoon beweegt, kunnen de waarnemingen door een foto achteraf alsnog bruikbaar gemaakt worden. Het apparaat wordt in het Antonius Ziekenhuis in Utrecht beproefd en blijkt erg nuttig.



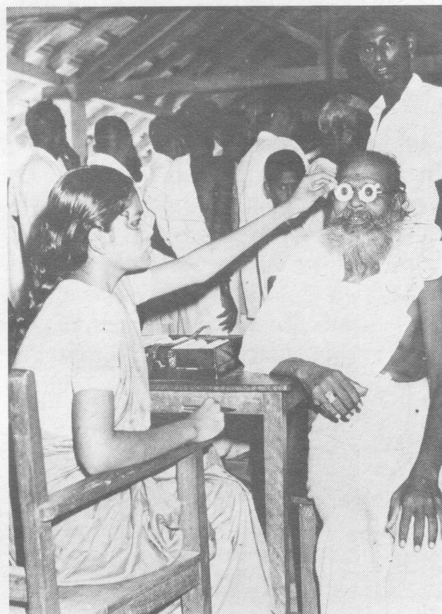
Bloedvatopname van een long. De pijl wijst naar een embolie, een bloedstolsel. De foto werd gemaakt met de digitale vaatafbeelder (DVI). Foto Philips

Verrassing voor rokers

Rokers die in Engeland het nieuwe merk Stop proberen, wacht een verrassing. Bij opening van het pakje blijkt er een boekje tevoorschijn te komen dat "Gids voor de niet-roker" heet. Het bevat cartoons, allerlei tips om het niet-roken te bevorderen en zakelijke informatie over het verband tussen roken en longkanker.

Blindheid te herstellen

In de derde wereld zijn op dit moment meer dan 40 miljoen mensen blind door gebrek aan vitamine A. Het zijn voor het merendeel kinderen of mensen die in hun jeugd blind geworden zijn. Ervaringen in India in de laatste paar jaar hebben aangetoond dat door een verbeterde voeding en een begeleidende informatie- en scholingskampagne deze vorm van blindheid tegen lage kosten te voorkomen is, en in sommige gevallen ook nog te genezen. Een onderzoek naar de situatie in een dorp in Indonesië heeft onlangs gegevens in dezelfde richting opgeleverd. Op dat onderzoek promoveerde afgelopen augustus aan de Universiteit van Amsterdam de Indonesische arts dr. Parlindungan Sinaga.



Deze man was door gebrek aan vitamine A vanaf zijn jeugd zo goed als blind. Hij is nu genezen, en een rondreizende arts bepaalt wat voor bril hij moet krijgen. Foto LPS

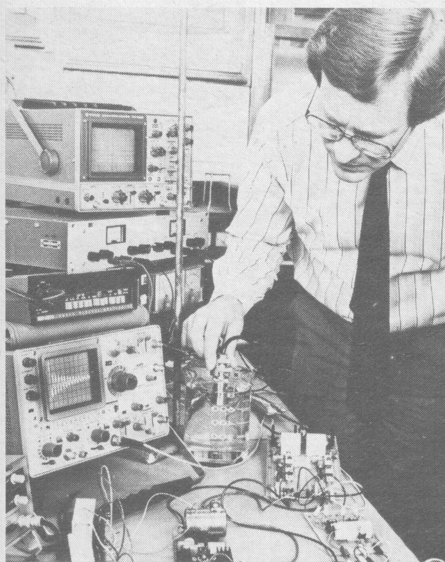
Vitamine A zorgt bij babies en kinderen voor een goede ontwikkeling van het doorzichtige hoornvlies. Een langdurig gebrek aan vitamine A veroorzaakt een slechte gesteldheid van dat hoornvlies. Wanneer de kinderen dan om andere redenen ernstig ziek worden, kunnen ze soms binnen een paar dagen blind zijn. Vitamine A zit onder meer in lever en eigeel. Het lichaam maakt het ook uit de stof karoteen die bijvoorbeeld in wortels en tomaten zit en ook in groene bladgroente. De kampagne in India richt zich erop de plaatselijke bevolking van de noodzaak van net dit soort groenten te doordringen. Daarbij wordt hulp geboden om in de dorpen een beetje tuinbouw op te zetten, in ieder geval genoeg voor verbetering van het voedsel voor de kleine kinderen. Tegelijk is ook enige medische begeleiding nodig. Dat alles hoeft per jaar maar zo'n 100 roepi per kind te kosten. In heel ernstige gevallen worden vitamine A preparaten voorgeschreven. Die moeten natuurlijk wel betaalbaar zijn (ze kunnen onder andere aan babyvoeding worden toegevoegd). Met die preparaten alleen is men er niet, zoals uit het onderzoek van Parlindungan Sinaga bleek. De preparaten bieden hooguit enkele maanden hulp. Op de lange duur zorgen ze niet voor meer vitamine A in het lichaam. Verandering van voedingsgewoonten en verbetering van de voedselsituatie is daarom de enige oplossing.

Huidonderzoek met geluid en laser

Voor onderzoek van huidaandoeningen moeten op dit moment vaak laagjes van de huid worden geschraapt of stukjes uit de huid gesneden. Aan de Universiteit van Manchester in Engeland worden twee apparaatjes ontwikkeld die aan die vervelende onderzoeksmethoden een eind kunnen maken.
Eén instrument maakt gebruik van onhoorbaar hoge geluidsgolven die in de huid doordringen en bij een goed gekozen frekwentie door de verschillende lagen in de huid worden teruggekaatst. Op hetzelfde principe werkt de bestaande techniek van de echografie die bijvoorbeeld gebruikt wordt om ongeboren kinderen in de baarmoeder te "bekijken". Het probleem met de huid is zijn geringe dikte. Het echo-apparaat moet uit uiterst dunne laagjes afzonderlijke golven kunnen laten weerkaatsen. Een team onder leiding van prof. Peter Payne heeft een experimenteel apparaatje ontwikkeld dat "diepte"verschillen in de huid van 0,1 mm kan zien. Dat resultaat wordt geboekt dankzij een geleidingsvloeistof die oorspronkelijk voor sonar in duikboten is ontwikkeld.
Het tweede instrument bestraalt de huid met laser. Die zeer krachtige straling zou door verhitting de huid beschadigen als de laserstraal niet tijdig onderbroken werd en op een ander stukje huid gericht. De bestraalde huid zet door de verwarming iets uit en wel verschillend op verschillende diepte. De uitzetting wordt via geluidsgolven gemeten en zichtbaar gemaakt. Het apparaat, dat het werk is van een groep onder leiding van prof. Gordon Kirkbright, levert dus beelden van de doorsnede van de huid en levert bovendien informatie op over bijvoorbeeld de vochthuishouding. De gebruikte techniek stamt uit de chemische industrie waar er deklaagjes over metaaloppervlakken mee gekontroleerd worden.
Beide apparaatjes moeten in 1983 op de markt komen.

Onderzoek naar mongooltjes

Ieder mens begint zijn leven met het versmelten van een zaadcel van zijn vader en een eicel van zijn moeder. Direkt vóór



Een experimentele opstelling waarmee het principe voor huidonderzoek met ultrageluid werd beproefd voor praktische toepassing. Foto LPS

die versmelting zijn de chromosomen in zaadcel en eicel door deling van die cellen gehalveerd. Dat gebeurt tijdens de zogeheten rijping van die cellen. Daardoor krijgt de bevruchte eicel weer het normale aantal (van 46) chromosomen. Soms treden daarbij fouten op. Zo krijgen sommige bevruchte eicellen wel eens één chromosoom teveel. Dat leidt tot een mongoloïde kind (een mongooltje). Om dat te kunnen voorkomen, moet men meer weten over wat er tijdens de celdeling precies fout gaat. Onderzoek op ongeboren kinderen is niet aanvaardbaar. Daarom zoekt men naar andere onderzoeksmogelijkheden. Een alternatief lijkt de muis te zijn. Tot die konklusie kwam dr. Henk Nijhoff in een onderzoek aan muizen waarop hij afgelopen oktober in Wageningen promoveerde.
Nijhoff bestudeerde mannetjesmuizen waarbij twee soorten chromosoomfouten waren aangebracht die bij de mens ook voorkomen. Van muizen is erg goed bekend hoe ze genetisch in elkaar zitten en daarom zijn ze als proefdieren goed geschikt. Nijhoff ontdekte dat niet alleen bij de rijping van de zaadcellen de aanwezige fouten worden doorgegeven, maar ook dat chromosomen die dicht bij de fout in de buurt zitten, kans lopen fout gedeeld te worden. Dat vergroot de kans op het erfelijk doorgeven van fouten.
Bij geen enkele soort komen zoveel delingsfouten voor als bij de mens. In de meeste gevallen leidt dat echter vroeg of laat tot een spontane abortus van de vrucht. Vaak heeft de vrouw dan niet eens gemerkt dat ze zwanger is geweest. Nijhoff konstateerde tijdens zijn onderzoek dat delingsfouten waarschijnlijk te maken hebben met het traag verlopen van de deling. Die traagheid is een gevolg van een verstoorde hormoonspiegel en die komt vooral voor bij vrouwen ná hun 35ste jaar, maar ook vóór hun 18e. De meeste mongooltjes worden daarom bij die vrouwen geboren. Delingsfouten komen overigens bij vrouwen twee keer zoveel voor als bij mannen.

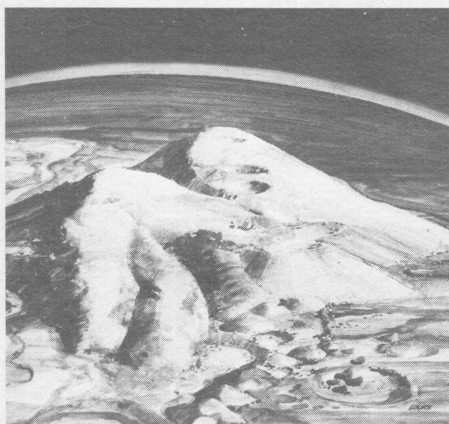
Jong en slank met hormoon

Een op zijn zachtst uitgedrukt opmerkelijke vondst draagt nieuwe perspektieven aan voor zulke uiteenlopende problemen als zwaarlijvigheid, ouderdom en kanker. Dat die drie met elkaar samenhangen werd al lang verondersteld. Hoe de relatie precies in elkaar zit begint met de hernieuwde wetenschappelijke belangstelling in een hormoon met de afschrikwekkende naam dehydroepiandrosteron (DHEA) op een boeiende manier meer en meer duidelijk te worden.
Samen met onder andere de geslachtshormonen oestrogeen, progesteron en testosteron behoort DHEA tot de steroïde hormonen. Dat zijn hormonen afgeleid van het cholesterol-molekuul. DHEA wordt in de bijnieren geproduceerd en lijkt op het eerste gezicht geen duidelijke funktie op het lichaam uit te oefenen. In de jaren '50 waren aan DHEA al vrij onopvallende onderzoekingen gedaan. Onlangs kregen die de diepgaande interesse van de jonge biochemikus Arthur G. Schwartz van het Temple University's Fels Research Institute (Philadelphia).
Het opmerkelijke was in eerste instantie dat DHEA in tegenstelling tot de andere steroïde hormonen een verloop geeft te zien met een piek rond het 25ste levensjaar, waarna het peil gestaag daalt. Bij ieder mens treden wat individuele verschillen op, maar deze tendens zit er steeds in. In een studie van het Engelse Cancer Research Fund werd een verwonderlijk verband aangetoond tussen borstkanker bij vrouwen en een lagere DHEA spiegel in het bloed dan normaal. Hoe hangt dat samen?
Uit een onderzoek aan muizen kwam een eerste aanwijzing. Exemplaren van een stam met een erfelijke aanleg voor dik worden, verloren veel aan gewicht door het toedienen van DHEA. Schwartz kon aantonen dat hier niets verwonderlijks aan is. De muizen kunnen geen vetten meer aanmaken en opslaan. DHEA bracht dat onvermogen teweeg, zonder dat de dieren hun eetlust verloren of kwamen te lijden aan giftige nevenprodukten. In dierlijke cellen kunnen suikers in vetten worden omgezet waardoor energetisch voordelige reserves kunnen worden aangelegd. Een enzym, essentieel in de suikerstofwisseling, wordt door DHEA grotendeels uitgeschakeld.
Schwartz redeneerde als volgt verder. Uitschakeling van de suikerstofwisseling kan direkt samenhangen met de celdeling. Zo kan zowel het vermageren als de anti-kanker werking worden verklaard.
Zwaarlijvige vrouwen lopen een grotere kans borstkanker te krijgen. Verhoogde kans bestaat ook met een vetrijk dieet. Bij vrouwen zorgt het geslachtshormoon oestrogeen voor het afzetten van onderhuidse vetlagen waardoor de vrouwelijke lichaamsvormen (als onderscheid van de mannelijke) ontstaan. Het ligt echter aan de koncentratie DHEA, zo lijkt het nu, of borstkanker tot ontwikkeling zal komen.
Inmiddels probeert Schwartz het hormoon uit op andere typen tumoren om na te gaan of de diverse organen gevoelig zijn voor eenzelfde delingsrem. Levercellen van de rat die normaal gezwellen gaan vormen na kontakt met een kankerverwekkende stof, gaan niet over tot de desastreuze woekering wanneer de cellen DHEA krijgen. Hetzelfde gaat op voor laboratoriummuizen met long- en huidtumoren.
Hoe hangt kanker samen met vetopname en leeftijd? Schwartz is geïntrigeerd door deze vraag nu hij ervan overtuigd is dat DHEA bescherming biedt tegen die drie verschijnselen. Boven alles is Schwartz onder de indruk van een groep dieren die een lange tijd met DHEA werd behandeld. "Ze *zien* er gewoon een stuk jonger uit dan de niet-behandelde dieren," zegt hij.
Om verder onderzoek en misschien wel kommerciële produktie mogelijk te maken, is geldelijke steun hard nodig. De farmaceutische industrie is niet erg enthousiast. Het hormoon is namelijk een normaal lichaamsprodukt en de struktuur is wijd en zijd gepubliceerd, zodat er niets te patenteren valt. Gelukkig zijn een paar kleinere bedrijven geïnteresseerd. Zij willen DHEA-analogen (synthetische molekulen met dezelfde werking maar anders in struktuur en daardoor patenteerbaar) gaan maken. Zo'n analogon kan in het lichaam minder snel worden afgebroken.
Het zoeken gaat door. Reikhalzend zien we uit naar een nieuw veelbelovend produkt.

Ruimtevaartnieuws

Russische sondes naar Venus

Er zijn twee Russische sondes op weg naar Venus. Het zijn de Venera 13, gelanceerd op 30 oktober 1981 en de Venera 14, gelanceerd op 4 november 1981. Beide toestellen moeten in maart een zachte landing maken op Venus, in het gebied ten zuidoosten van het vulkanische komplex Beta. De Russen schijnen zich bij het bepalen van de landingsplaats te hebben laten leiden door gegevens van de Amerikaanse Pioneer Venus, die nog steeds werkend om die planeet cirkelt.
De Venera's moeten een bodemmonster gaan steken (het zal wel boren worden) en aan boord brengen voor scheikundige analyse. Dat moet veel gedetailleerdere informatie opleveren dan de bestralingstechniek die vanuit eerdere Venera's werd toegepast. Daarbij werd een bundel gammastraling op een stukje Venusoppervlak gericht en de straling die door het oppervlaktemateriaal werd teruggezonden, gemeten. Aan boord van de Venera's zit ook een kamera die beter is dan die van de Venera's 9 en 10, waarmee twee foto's van de landingsplaatsen werden gemaakt.



De Venera's 13 en 14 moeten landen aan de zuidoostkant van het komplex Beta. Op deze impressie van dat gebied is dat helemaal rechts beneden. Foto NASA

Vertikaal 9

Op 28 augustus 1981 werd van de basis Kapoestin Jar bij Wolgograd de Vertikaal 9 gelanceerd. Het instrumentarium aan boord van die sondeerraket was bedoeld voor metingen aan kortgolvige straling van de Zon. Aan boord bevonden zich instrumenten uit de Sovjet-Unie, Polen en Tsjechoslowakije. Op een hoogte van 100 km werd de derde trap van de raket losgemaakt. Die trap bereikte vervolgens een hoogte van 500 km. Nadat de metingen waren verricht, werd de instrumentenkapsule losgekoppeld, viel terug naar de Aarde en maakte aan een parachute een zachte landing. In het kader van het Interkosmosprogramma worden al meer dan tien jaar sondeerraketten gelanceerd voor het onderzoek van het atmosfeergebied tussen 40 en 190 km, en voor het doen van kortstondige astronomische waarnemingen buiten de dichte lagen van onze dampkring. JT



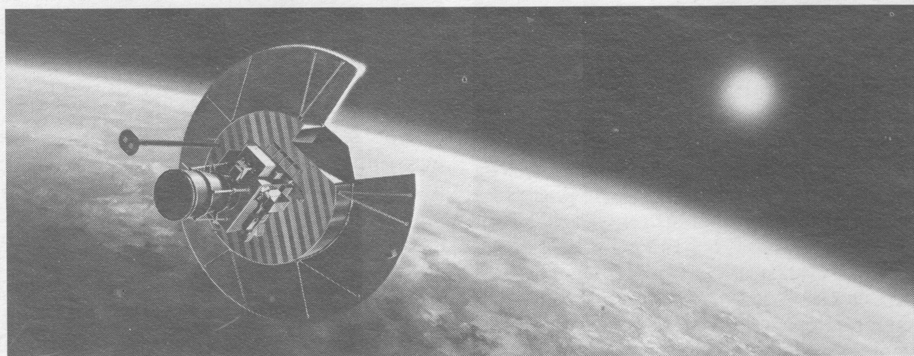
De instrumentenkapsule van de Vertikaal 9 na zijn landing in het zuidoosten van Europees Rusland. Foto TASS

Amerikaanse kunstmanen voor atmosfeeronderzoek

Op 3 augustus 1981 vertrok vanaf de Western Test Range (de basis Vandenberg) in Californië de tweelingsatelliet Dynamics Explorer A en B (zie ook Aarde & Kosmos 8–9/1981). Beide satellieten doen in verschillende, maar wel op elkaar afgestemde banen over de polen metingen naar de wisselwerking tussen geladen deeltjes hoog boven de Aarde en de hoge delen van de dampkring. De kunstmanen doorkruisen de hoogten waarop zich de ionosfeer bevindt, zich poollichtverschijnselen voordoen en misschien enige invloed merkbaar is van geladen deeltjes van de Zon op het gedrag van onze dichtere luchtlagen.
Door een storing in de lanceerraket bereikten de twee kunstmanen niet hun bedoelde baan. Hun wetenschappelijke programma kan echter toch voor een behoorlijk deel worden uitgevoerd.
Ruim twee maanden later, op 6 oktober 1981, ging eveneens vanaf de basis Vandenberg de Solar Mesosphere Explorer de ruimte in. In tegenstelling tot wat de naam doet vermoeden heeft deze kunstmaan niet zoveel met de Zon te maken. Van een hoogte van 540 km kijkt hij voortdurend naar de Zon die voor hem altijd laag boven de horizon staat, met de bedoeling in het ultraviolet de binnenkomende straling van de Zon te meten en een aantal bestanddelen van de atmosfeer tussen hoogten van 30 en 90 kilometer op te sporen. Tot die bestanddelen horen ozon, hydroxyl, waterdamp en stikstofdioxide. Deze metingen leveren informatie over wat zich afspeelt in de ozonlaag.
Aan de Solar Mesosphere Explorer zit een interessant aspekt. De kunstmaan is in opdracht van de NASA gebouwd door de firma Ball Aerospace in Boulder, Colorado. Het werken met de satelliet, van vluchtbegeleiding tot en met het verwerken van de gegevens, is door de NASA uitbesteed aan de Universiteit van Colorado, ook in Boulder. Voor het projekt zijn heel wat studenten ingeschakeld die gewoon voor een tijdje bij de NASA op de loonlijst staan en intussen voor hun studie een projekt met de satelliet doen. Aanvullende gegevens over het gedrag van de Zon kunnen voor hen heel nuttig zijn, en dan hoeven ze het niet ver te zoeken. Het nationale centrum voor zonneonderzoek van de VS zit eveneens in Boulder.

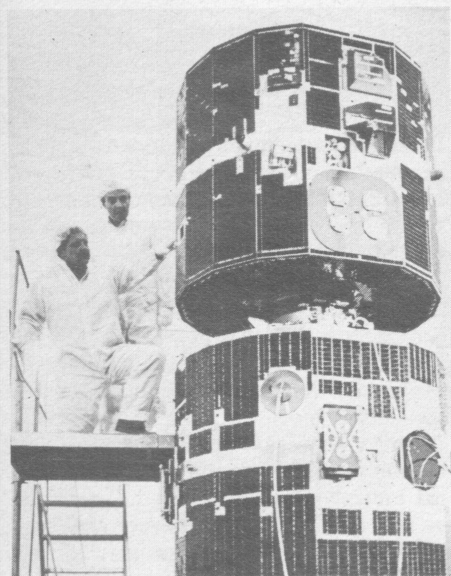
Toekomstige Amerikaanse ruimtesondes

De kunstmanen die hiervoor genoemd zijn, vertegenwoordigen een nieuwe trend in het Amerikaanse ruimte-onderzoek. Door de beperkte financiële middelen kiest de NASA steeds meer voor eenvoudige kunstmanen waarin geen nieuwe technologie is toegepast en die een heel doelgericht, beperkt meetprogramma moeten uitvoeren. Deze satellieten zijn naar verhouding klein en goedkoop. Die benadering maakt ook kans in het toekomstige programma voor verder onderzoek van het zonnestelsel. Studiegroepen zijn op dit moment bezig eenvoudig op te zetten vluchten te bedenken voor ruimtesondes van het type Pioneer en Mariner. Doel zal zijn het uitvoeren van beperkte onderzoeksprogramma's bij de Maan, Venus, Mars, Jupiter, Saturnus, planetoï-



De Solar Mesosphere Explorer kijkt naar de Zon en de onderste lagen van de aardse dampkring. Hij levert informatie over processen in de ozonlaag. Tegelijk met hem werd de Engelse amateursatelliet UOSAT (zie A&K 7/1981) gelanceerd. Foto JPL

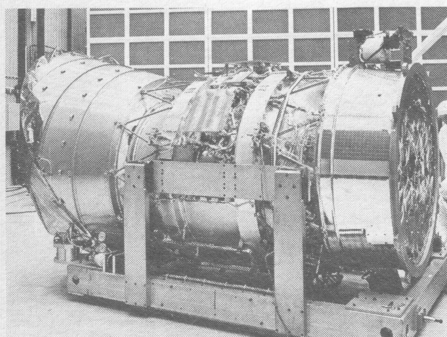
den en kometen. Alles-kunners zoals de Vikings en de Voyagers zijn in Amerika voor een reeks van jaren verleden tijd.



De twee Dynamics Explorers werden, op elkaar bevestigd, tegelijk gelanceerd. Foto RCA

IRAS terug naar de VS

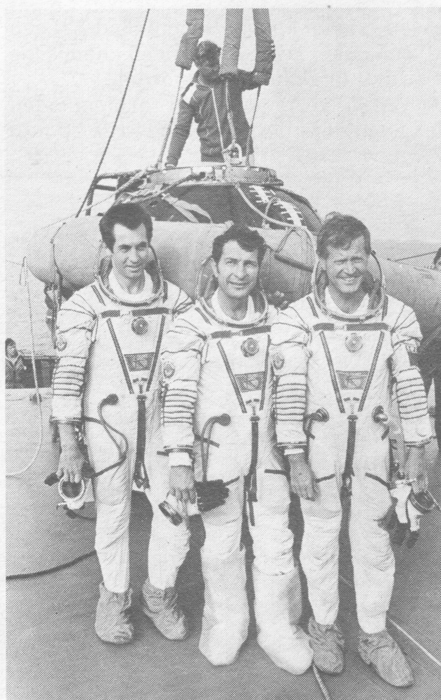
Na een samenbouw- en testperiode van ruim vier maanden werd op 2 oktober van het afgelopen jaar de IRAS teruggevlogen naar de Verenigde Staten. Bij Fokker werden het Amerikaanse en het Nederlandse deel van de IRAS mechanisch en elektrisch aan elkaar gekoppeld. Vervolgens onderging de kunstmaan, die nu voor het eerst kompleet was, bij ESTEC een reeks trillingsproeven die de lancering nabootsten. Het testen van de IRAS is goed, maar niet vlekkeloos verlopen. Zo waren er een paar problemen met de telemetrie (het doorgeven van informatie over de toestand van de kunstmaan), maar die werden opgelost. Ook bleek het helium-koelsysteem van de infrarood teleskoop niet helemaal perfekt te zijn. In de VS zullen enkele wijzigingen worden aangebracht. De IRAS verblijft op dit moment in het Jet Propulsion Laboratory. Vandaar gaat hij later dit jaar naar de Western Test Range, zo'n 250 km ten noorden van Los Angeles. Daar moet hij in oktober worden gelanceerd.



De komplete IRAS wordt gereed gemaakt voor verpakking om overgevlogen te worden naar de VS. Foto Fokker

Bemanning voor Russisch-Franse ruimtevlucht bekendgemaakt

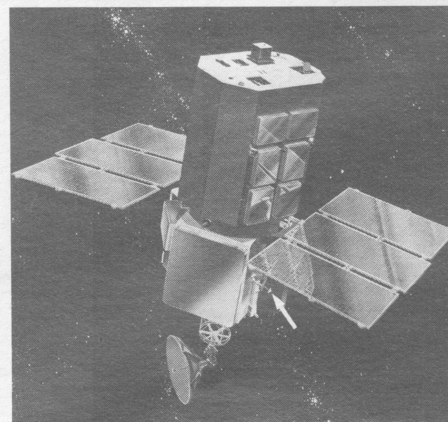
Op een perskonferentie op 9 oktober van het afgelopen jaar is de bemanning voor de Russisch-Franse vlucht met een Sojoez-T bekend gemaakt. De hoofdbemanning wordt gevormd door Jean-Loup Chretien, Joeri Malisjev (kommandant) en Alexander Ivantsjenkov (boordingenieur). De reserve-bemanning wordt gevormd door Patrick Baudry, Leonid Kisim en Vladimir Solovjev. De vlucht staat officieel gepland voor aanstaande mei, maar enig uitstel is niet onwaarschijnlijk. Op de perskonferentie kon niet worden gezegd of de bemanning naar een Saljoet zal vliegen (de 6 of de nieuwe 7) of niet. JT



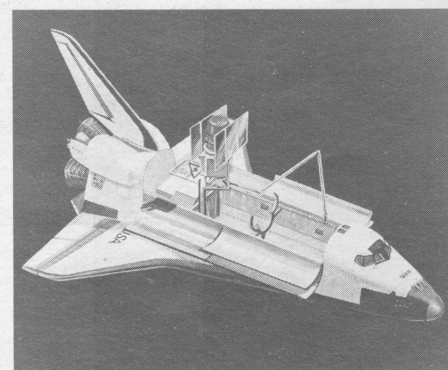
De hoofdbemanning voor de Russisch-Franse Sojoezvlucht. Van links naar rechts Ivantsjenkov, Malisjev en Chretien. Foto TASS

SMM wordt gerepareerd

Het bezoeken van kunstmanen in een baan om de Aarde, om ze te repareren of op te halen, is een van de werkzaamheden waarvoor de Space Shuttle orbiter is ontworpen. Voor de eerste reparatieklus worden intussen konkrete plannen gemaakt. Het gaat om de Solar Maximum Mission kunstmaan die eind 1980 kreupel raakte toen enkele zekeringen in zijn standkontrole-systeem doorsloegen en de kunstmaan zijn gevoel voor richting kwijt raakte (zie ook A&K 4/1981). Sindsdien kan hij nog maar een beperkt programma uitvoeren (zie ook dit nummer, bladzijde 17). De orbiter van de elfde Space Shuttle vlucht, die op 24 oktober 1983 moet beginnen (behoudens vertragingen natuurlijk), moet de SMM tot op dertig meter naderen. Over vijf dagen uitgesmeerd zullen astronauten vervolgens naar de satelliet toegaan en de defekte onderdelen door nieuwe vervangen. In 1985 moet, volgens de huidige plannen, de SMM dan in zijn geheel naar de Aarde teruggehaald worden. Dat is trouwens van het begin af de bedoeling geweest. De satelliet is daarom voorzien van een speciale haak waar de grijparm van de orbiter aan vast kan maken. De SMM is de eerste kunstmaan die door een Shuttle-bemanning in de ruimte gerepareerd zal worden.
Voor ons land is dit alles extra interessant omdat er een Nederlands instrument in de kunstmaan zit (zie A&K 2/1980, 1/1981). Dat instrument, een röntgenspektrometer die afbeeldingen van de Zon maakt, komt in 1985 dan terug naar ons land voor onderzoek.
De SMM bestaat uit twee afzonderlijke delen. Op een gestandaardiseerde onderbouw, waarin de energievoorziening, standkontrole, kommunikatie en gegevensverwerking bloksgewijs zijn ondergebracht, zit een instrumenteneenheid. Op het onderstel kan een ander instrumentenblok worden gemonteerd zodat de kunstmaan voor een deel opnieuw bruikbaar is.



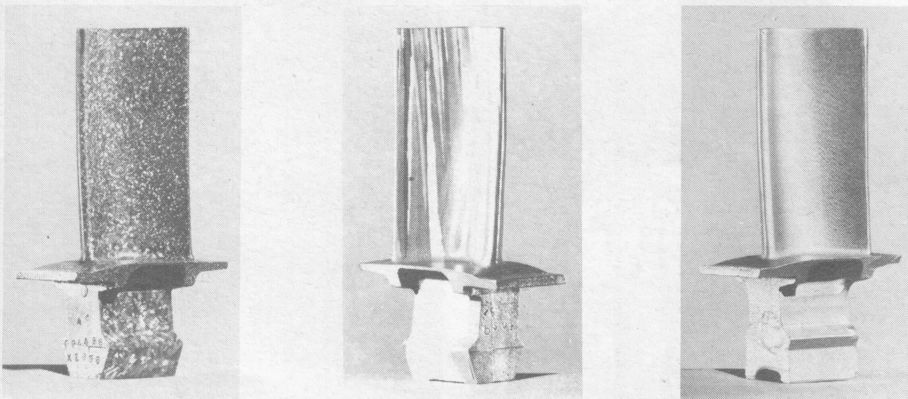
Aan de SMM zit een haak (zie pijltje) waarmee hij door de grijparm van de orbiter kan worden geënterd. De zonnecelpanelen kunnen worden dichtgeklapt. Het Nederlandse instrument (HXIS) kijkt door het raampje helemaal vooraan op het "dak" van de satelliet naar de Zon. Foto NASA

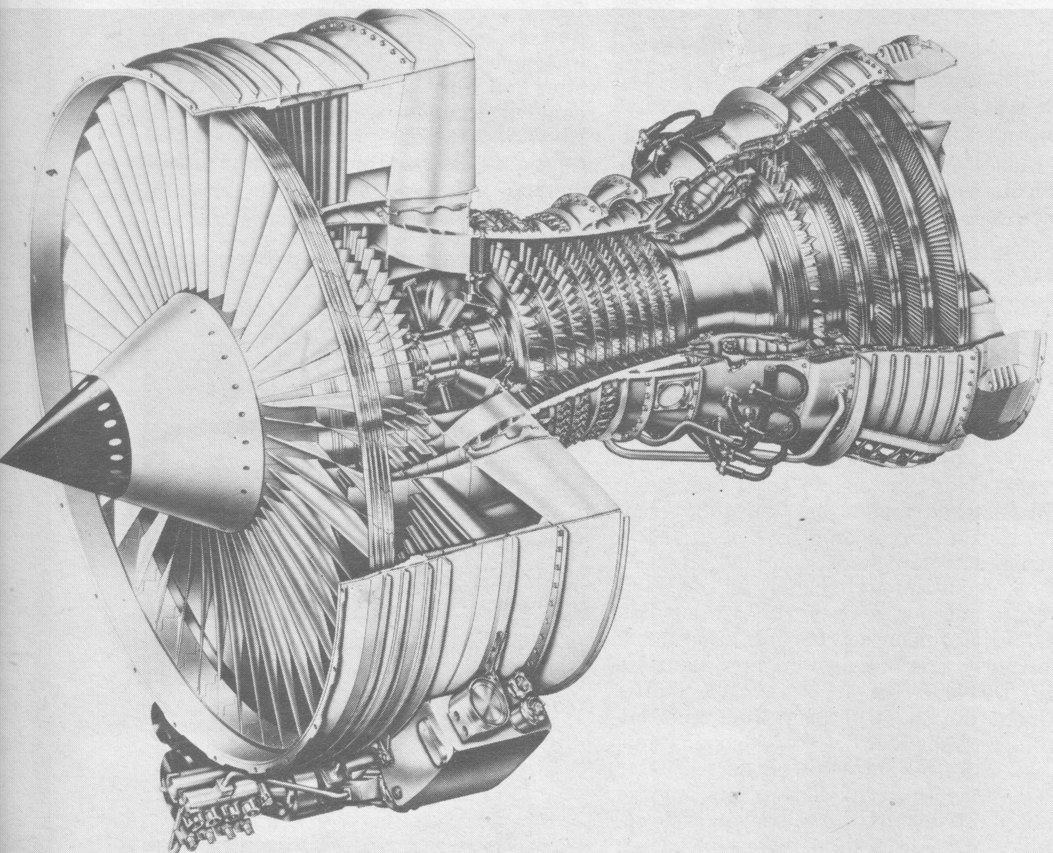


Een variant op de SMM wordt de laadruimte van de orbiter binnengehaald en vastgezet. Foto Rockwell

Turbinebladen: één kristal

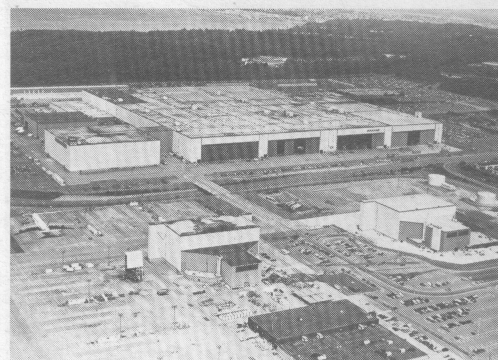
De eerste vliegtuigen die er mee zullen vliegen zijn de nieuwe Boeing 767-200 en de Airbus A310: turbinebladen in hun motoren die elk zijn opgebouwd uit één enkel kristal.
Het is een ontwikkeling van Pratt & Whitney, waar men op zoek was (en is) naar motoren die doelmatiger en zuiniger zijn. Eén van de manieren om dat te bereiken is motoren te bouwen die bij hogere temperaturen kunnen werken. Maar naarmate de gassen die door de motor stromen heter zijn, neemt de "levensduur" van de onderdelen in die hete stroom af. Dat is vooral een gevolg van versnelde oxidatie.
Verder hebben turbinebladen veel te lijden van afkoeling en verhitting. Daardoor ontstaan mikroskopische fouten in het materiaal: moeheid. Men heeft verbetering kunnen krijgen door de metaalkristallen te richten. Dat gaf veel sterkere bladen. In een "gewoon" metalen blad liggen de kristallen door elkaar. Dat betekent dat aan de bladranden veel zwakke plekken zitten (de grenzen tussen kristallen) waar de scheurtjes kunnen ontstaan. Door de kristallen allemaal te richten in de lengterichting van het blad werd het metaal sterker. Maar nu heeft men bladen "laten groeien" die bestaan uit één enkel kristal van metaallegering. Daarin zitten geen kristalgrenzen en dus geen zwakke plekken. Er is tien jaar aan dit onderzoek gewerkt.
Het "drieluik"-fotootje geeft het verschil tussen (1) een konventioneel blad, (2) een blad waarin de kristallen gericht staan en (3) één enkel kristal. Door een chemische behandeling van de bladen is de kristallijne struktuur zichtbaar geworden.
De opengewerkte tekening geeft een indruk van de grote aantallen turbinebladen die in een motor zitten en daarmee het belang van deze ontwikkeling. Er is 20 miljoen dollar aan dit onderzoek uitgegeven. G.J.v.L.





Resultaten blijven achter bij verwachtingen

Boeing heeft net als veel andere ondernemingen te lijden van de ekonomische recessie in de wereld, waardoor de bestellingen ver achter blijven bij de verwachtingen. De afgelopen maanden heeft de grootste Amerikaanse vliegtuigbouwer al bijna 3400 arbeiders naar huis gestuurd. Het bedrijf verwacht dat in de eerste zes maanden van 1982 nog eens 2000 tot 3000 man zullen worden ontslagen.
De produktie van de oude Boeing-types is teruggelopen. Omdat bovendien ook veel luchtvaartmaatschappijen in financiële problemen verkeren, worden geen orders geplaatst voor de nieuwe generatie Boeing-vliegtuigen, de 767 en 757. Voor de nieuwe 767, waarvan het testprogramma nu in volle gang is, zijn 173 definitieve orders geplaatst en 136 voor de 757.
Van de bestaande vliegtuigen uit het Boeing-programma zal het produktietempo van de 747 worden teruggebracht naar twee-en-een-half per maand in 1982. In 1980 werden maandelijks zes vliegtuigen van dit type geproduceerd. Voor de 727 zal de produktie van elf in 1980 tot twee in 1982 worden teruggebracht. Ook in de militaire sektor zijn er moeilijkheden, waardoor daar eveneens ontslagen zijn gevallen en het verder niet mogelijk was het overschot in de civiele sektor naar de militaire produktie over te hevelen.
Net als voor het 747-programma wordt ook de 767 voor de helft "buitenshuis" gebouwd. In totaal zijn op dit moment 33.000 man ingeschakeld voor de produktie van het nieuwe vliegtuig. Als de top van de produktie zal zijn bereikt, verwacht Boeing dat minstens 40.000 mensen bij de fabrikage betrokken zullen zijn. Dit tijdstip zal – gezien de huidige ontwikkelingen – veel later bereikt worden dan de Boeing-planners hadden berekend. H. Eng.





De Boeing 767 in volle vlucht.

Amerikaanse luchtbus vliegt . . .

Boeing 767: testprogramma in volle gang

Hans Engelman

Met de introduktie van de 767 heeft Boeing een Amerikaans antwoord gegeven op de Europese luchtbus. Hoewel Airbus Industrie een kleine portie van de Amerikaanse markt heeft kunnen bemachtigen via Eastern Airlines, die de Airbus A-300 met sukses in de vloot heeft opgenomen, is het daarbij gebleven. Al is dit vooral het gevolg van de zware bescherming van de Amerikaanse markt. Veel grote Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen hebben dan ook gekozen voor het Boeing-ontwerp, het eerste nieuwe passagiersvliegtuig van deze fabriek na de introduktie van 's werelds eerste jumbo, de Boeing 747.

De 767 is een twee-motorig straalpassagiersvliegtuig voor korte tot lange afstanden. De voorproduktie werd gestart toen United Airlines in juli 1978 een order voor 30 stuks plaatste. Besloten werd voor de produktie van de nieuwe "wide body" de toch al omvangrijke fabriek in Everett bij Seattle aanzienlijk uit te breiden. In Everett wordt al de 747 gebouwd.
Kort na de beslissing om met het 767-programma van start te gaan werd een kontrakt afgesloten met de grootste Italiaanse vliegtuigfabriek, Aeritalia, voor deelname in het 767-projekt als risiko-dragende partner. Een maand later werd een zelfde overeenkomst afgesloten met een consortium van de Japanse vliegtuigindustrie, waardoor ook de Japanners risiko-dragende deelnemers in ontwikkeling en produktie van het nieuwe Boeing-programma werden.
Nog in 1978 kon een nieuwe order voor totaal 50 vliegtuigen worden aangekondigd van twee belangrijke Amerikaanse maatschappijen, American Airlines en Delta.
In de daarop volgende jaren werden stap voor stap de ontwikkeling en samenbouw van het eerste prototype van de 767 uitgevoerd. En op 4 september 1981 rolde het eerste vliegtuig uit de Everett fabriek.

Breedromp-traditie

Met de 767 wordt de Boeing-traditie van breedrompvliegtuigen, die met de 747 was begonnen, voortgezet. Twee gangpaden doorsnijden de kabine, waar de stoelen in een 2–3–2 opstelling zijn geplaatst. In de eerste klas bestaat ook de middenrij uit twee stoelen, door de ruimere zitbreedte. Per stoel scheelt dat ongeveer 10 cm.
In de uitvoering, die nu is ontwikkeld, kunnen afhankelijk van de behoefte en de inrichting 211 tot 289 passagiers worden vervoerd. Bovendien denken de Boeing-ontwerpers aan een hele 767-familie met een speciale vrachtversie, een lange afstandsversie, en een verlengde 767 voor 275 passagiers in de gemengde konfiguratie met toegangsdeuren in het midden van de romp, boven de vleugel.
De Boeing 767 zal met twee hoge omloop turbofan motoren worden uitgerust. De potentiële klanten kunnen kiezen uit de CF6-80A5 van General Electric of de Pratt & Whitney JT9D-7R4s. Een volledig nieuw cockpitontwerp moet het komfort en de werkomstandigheden voor de bemanning zo optimaal mogelijk maken.



Landing na een testvlucht.

Voor de konstruktie is in ruime mate gebruik gemaakt van kunststofsamenstellingen en een nieuwe aluminiumlegering om het gewicht te beperken.
Met de 767 is Boeing begonnen aan een nieuwe generatie passagiersvliegtuigen. Daartoe behoort ook de 757, die in januari 1982 voor het eerst de fabriek zal verlaten. Toen in augustus de eerste 767 naar buiten rolde, stonden al vier andere toestellen op de eindproduktielijn, terwijl men elders in de fabriek bezig was met de samenbouw van nog eens 13.

Het testprogramma

De eerste vlucht met de 767 werd op 26 september 1981 gemaakt, onder leiding van de chef-testvlieger voor dit nieuwe Boeing-projekt, Tom Edmonds. Twee uur duurde de vlucht, waarin vooral de vlieg-eigenschappen werden beproefd, de behandeling van de machine bij verschillende snelheden, het funktioneren van het onderstel en de vleugelkleppen. Tijdens de eerste vlucht werd een maximale hoogte bereikt van ruim 5 km en een maximale snelheid van 420 km per uur.
Inmiddels is het testprogramma in volle gang. Niet alleen in de lucht maar ook op de grond. Twee volledige konstrukties van de 767, het tweede en vijfde toestel van de produktielijn, zullen nooit de lucht ingaan, omdat zij hun leven zullen "slijten" op de test-banken voor statische struktuur- en moeheidsbeproevingen.
Vier vliegtuigen zullen worden gebruikt voor het totale vliegprogramma van 1100 uur, dat in juli '82 zal moeten zijn voltooid. De eerste aflevering is vastgesteld voor augustus 1982, aan United Airlines.
Zes testvliegers van de FAA, de Amerikaanse Rijksluchtvaartdienst, die in juli het bewijs van luchtwaardigheid zal moeten afgeven, maken sinds oktober deel uit van het team dat alle vliegproeven uitvoert. Hierbij is ook een groep boordwerktuigkundigen van de FAA.
Met het tweede testvliegtuig worden de elektronische systemen en de elektrische apparatuur beproefd. Nummer 3 zal als reserve voor nummer 2 dienst doen, maar er zullen ook "ladingproeven" mee worden uitgevoerd, en dan wel speciaal allerlei gewichtkarakteristieken tijdens de vlucht. Nummer 4 zal hoofdzakelijk worden gebruikt voor metingen van in- en externe geluidsproduktie. Het vijfde toestel zal als reserve beschikbaar blijven, en ook pas van instrumenten worden voorzien op basis van de behoefte als dit vliegtuig moet worden ingezet.
Deze eerste vijf vliegtuigen hebben de voorproduktielijn verlaten. In februari komt de zesde 767 beschikbaar. Hiermede zullen de eerste proefvluchten met de motoren van General Electric worden uitgevoerd. 18 Boeing-vliegers en 6 boordwerktuigkundigen maken deel uit van het testteam onder leiding van Tom Edmonds. Elk van die vijf testvliegtuigen zal gemiddeld 40 uur per maand in de lucht zijn. De noodprocedures zullen boven Edwards Air Force Base, in de Mojave woestijn worden uitgeprobeerd.
Voor de testvluchten is een zeer geavanceerd komputersysteem in gebruik genomen, waarbij de geregistreerde gegevens naar de grond worden door geseind. Hierdoor is het mogelijk onmiddellijk alle informatie te evalueren en de bemanning zonodig instrukties te geven de vliegbaan te herhalen, of de proeven nog eens uit te voeren. Met deze methode – zo verwacht men – zal veel tijd in het testprogramma bespaard worden.

Driemans cockpit

Terwijl Boeing er op uit is om de nieuwe 767 op den duur met een tweemans cockpit aan de luchtvaartmaatschappijen aan te bieden, worden alle testvluchten uitgevoerd met een driemans cockpitindeling in de

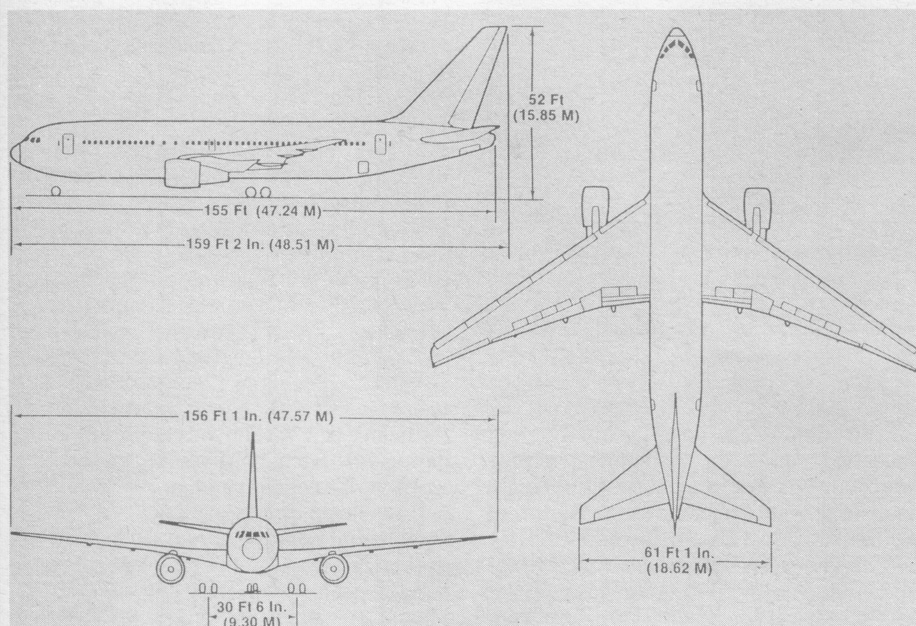


De eerste vier Boeing 767's voor United Airlines op de eindproduktielijn in Everett. Deze vliegtuigen zijn inmiddels klaar en worden gebruikt voor het testvluchtprogramma.

zes vliegtuigen van het testprogramma. De boordwerktuigkundige zit zijwaarts.
Eerst zullen de ervaringen met het 757-programma worden bekeken. Daar zal van het begin af aan worden uitgegaan van een certifikatie voor een tweemans cockpit. Enkele maanden nadat voor de 757 het bewijs van luchtwaardigheid is verkregen zal Boeing mogelijk ook de proeven met de 767 voor een tweemans stuurhut afronden.
De cockpit van beide vliegtuigen vertoont grote overeenkomst door identieke instrumentenopstelling en aanwezigheid van dezelfde systemen, meters, klokken en digitale elektronika. De belangrijkste verschillen tussen de 767- en 757-cockpit treft men vooral aan in het bovenpaneel en het instrumentenboard van de boordwerktuigkundige. Bij indeling voor twee man wordt de instrumentenaflezing van het bwk-paneel overgebracht naar het bovenpaneel.
Overigens blijft Boeing buiten de diskussie, die tussen de direkties van luchtvaartmaatschappijen en vliegers wordt gevoerd over de cockpitindeling. De stijgende kosten zijn er oorzaak van dat de luchtvaartmaatschappijen alle mogelijkheden aangrijpen om die kosten te drukken. Een tweemans cockpit zal hierbij een niet onbelangrijke rol spelen. Boeing biedt beide mogelijkheden in de 767 aan, en de maatschappijen kunnen hun eigen keuze maken.

Brandstofbesparing

Bij de ontwikkeling van de "nieuwe generatie" is vooral op het brandstofaspekt de nadruk gelegd. Dit wordt vooral bereikt door de motoren, die voor de 767 kunnen worden gekozen. Het is overigens de eerste keer dat Boeing een type aanbiedt, waarbij de klant ook een keuze kan maken uit twee motoren. Ook de aerodynamische vorm zal een belangrijke bijdrage leveren aan de brandstofbesparing. Het lagere gewicht dat door toepassing van de nieuwe materialen is bereikt, levert ook een gunstiger verhouding op in het rekensommetje "kosten – baten".
Brandstofbesparing staat hoog genoteerd op het lijstje van alle luchtvaartdirekties, volgens Boeing. Hoger zelfs dan kapaciteit. Daarom is het begrijpelijk dat de Amerikaanse fabriek zich vooral op de tweemotorige machines heeft gekoncentreerd met de 767 en de 757. De brandstofkosten maken nu bijna de helft van de direkte operationele kosten uit en minder motoren betekent ook minder gewicht.
Boeing geeft aan dat met de middellange afstandsversie van de nieuwe 767 non stop kan worden gevlogen van Los Angeles naar Miami, van Mexico Stad naar Chicago of van Amsterdam naar Cairo. En op die routes verlangen de passagiers een "wide body". De Boeing-studies hebben uitgewezen dat passagiers vragen of het een breedrompvliegtuig is, als de vlucht langer dan twee uur duurt. De 767 wide body mag konkurrentie verwachten van de Airbus A-300B4 (250 passagiers) en de A-310 (210 passagiers), die in februari z'n "roll out" zal beleven. Maar, vindt men in Seattle, wij hebben meer te bieden dan Airbus.



Voor de bouw van de Boeing 767 zijn totaal 3.140.000 verschillende onderdelen nodig.
De totale bedrading bedraagt 133 km.
Meer dan 33.000 mensen zijn betrokken bij de produktie van onderdelen en apparatuur voor het vliegtuig, buiten het Boeing-personeel. Deze mensen werken bij de 1300 toeleveringsbedrijven in de Ver. Staten en 7 andere landen.

Specifikaties van de Boeing 767

totale lengte	48,5 m
spanwijdte	47,6 m
staarthoogte	15,8 m
max. startgewicht	130.080 kg of 127.915 kg
max. afstand	5.148 km of 3.700 km
vrachtruimte	87,7 m³
kabine-breedte	5,0 m
passagiers	211–289
motoren	2 hoge omloop straalmotoren

Boeing werkt aan tweemans cockpit

Toen in Europa de diskussie over de inrichting van de cockpit voor twee of drie bemanningsleden een hoogtepunt had bereikt, kondigde Boeing aan dat voor de beide "nieuwe generatie" vliegtuigen in het produktieschema, de 757 en 767, een cockpitontwerp was opgezet voor twee man. De Boeing 757 zal als eerste van de twee types met de tweemans stuurhut worden uitgevoerd.

Enkele vliegtuigen zijn in de laatste jaren volledig geakcepteerd en gecertificeerd voor een cockpitbemanning van twee. Men denkt maar aan de Fokker F28, en ook de Boeing 737. De uitgebreide ervaring met dit laatste vliegtuig, waarvan er ruim vijfhonderd over de hele wereld vliegen, en de wensen van talrijke vliegers, hebben "model" gestaan voor het nieuwe cockpitontwerp van Boeing.
Er wordt optimaal gebruik gemaakt van de nieuwste elektronische instrumenten met digitale aflezing. Het hart van het instrumentenpanel is EICAS, dat letterlijk vertaald "motor aanduidings- en bemanningswaarschuwingssysteem" is. Twee kleurenbeeldbuizen zullen de vliegers informatie kunnen geven over:
- het funktioneren van de motoren;
- allerlei waarschuwingen;
- gegevens over de aktuele status van verschillende systemen in het vliegtuig vlak voor de start;
- en het grondpersoneel kan met hetzelfde instrumentensysteem gegevens aflezen over de elektronische apparatuur om vast te stellen of onderhoud en vervanging van onderdelen noodzakelijk is.

De informatie wordt op grafische wijze en met teksten in beeld gebracht.
Met deze hoogwaardige elektronische EICAS-apparatuur, die in de plaats komt



De foto toont een model van de 767-stuurhut. De beeldschermen voor de digitale instrument-aflezing zijn zichtbaar voor de vliegerposities. Rechts op de foto de direkteur testvluchten civiele vliegtuigen, Lew Wallick, en links Tom Edmonds, testvlieger voor het 767-projekt.

van de elektromechanische instrumenten is het mogelijk geworden alle motorinstrumenten te centraliseren. Bovendien biedt het systeem de mogelijkheid om het funktioneren van de motoren automatisch te kontroleren.
EICAS wordt geleverd door Collins, een dochteronderneming van Rockwell International.
Digitale elektronika neemt een belangrijke plaats in in de cockpit van de jaren '80. Tal van instrumenten en komputers vereenvoudigen de taak van de beide vliegers aan boord. Ook het navigatiesysteem profiteert van de nieuwste ontwikkelingen met de digitale elektronika omdat de mogelijkheden aan de veranderingen in de systemen voor luchtverkeersleidingen luchtverkeerskontrole kunnen worden aangepast.
Een reeks van andere instrumenten zal een efficiëntere vlucht mogelijk maken, en akkurater gegevens opleveren. De bekende gyroskoop aan boord wordt vervangen door een laser-gyroskoop vast bevestigd aan de vliegtuigstruktuur, waardoor ook betrouwbaarder informatie naar de stijgsnelheidsmeter en de brandstofmeters wordt doorgegeven.
Ook de boordkomputer zal meer mogelijkheden gaan bieden, en gekoppeld aan de "automatische piloot" kan deze komputer in de nieuwste Boeing de juiste instelling geven voor het motorvermogen en de vliegbaan tijdens alle fases van de vlucht.
Een kleuren-radarbeeld kan op een speciale kaart worden geprojekteerd om de exakte positie van slecht weer te kunnen vaststellen. De vlieger kan zelf de schaal van kaart en radarbeeld kiezen. Met behulp van hetzelfde kaartsysteem kan ook de positie van het vliegtuig ten opzichte van de grond worden aangegeven, doordat ook de signalen van bestaande radiobakens kunnen worden opgenomen en verwerkt.
De ontwerpers zijn er van uitgegaan een "eenvoudige" cockpit te maken zonder een overdaad aan meters en wijzers. De belangrijkste instrumenten in de 757-uitvoering zullen hetzelfde in de 767 zijn. Hierdoor zullen de vliegers op beide types kunnen worden ingezet zonder speciale "omscholingskursussen".
Met een lage stuurkolom is goed zicht op de instrumenten verkregen. De plaatsing ervan moet het mogelijk maken de gegevens snel af te lezen en te kunnen interpreteren. Door kontrole-instrumenten van systemen te scheiden van de meters voor aanwijzing van de aktuele gegevens over het vliegtuig en onderhouds-indikatie is ook een vereenvoudiging van de indeling van de cockpitpanelen mogelijk geworden. Na wijzigingen in het oorspronkelijke cockpitontwerp voor de 757 is meer ruimte ontstaan voor de bagage van de bemanning. Achter de gezagvoerder's stoel is een extra waarnemersstoel geplaatst en rechts naast het midden kan nog een tweede waarnemerspositie naar behoefte worden ingericht. H.E.

Tussen 727 en 767 . . .

Hans Engelman

De 757: jongste lid van grote Boeing-familie

Half januari 1982 wordt een belangrijk moment in het 757-projekt van Boeing: "roll out" – een kompleet vliegtuig verlaat de fabriek in Renton bij Seattle. De volgende mijlpaal volgt dan in februari als de eerste vlucht zal worden gemaakt. De Boeing 757 is een nieuwe loot aan de uitgebreide familiestamboom van deze suksesvolle vliegtuigproducent.

De "aftrap" voor het 757-programma werd in augustus 1978 gegeven toen Eastern Airlines en British Airways als eerste luchtvaartmaatschappijen een order voor totaal 40 stuks aankondigden. Inmiddels is het orderboek opgelopen tot 136, met opties voor nog eens 61 vliegtuigen.

Nieuwe generatie

De Boeing 757 is een tweemotorig straalpassagiersvliegtuig voor de korte en middellange afstand. Het is ontworpen om de DC9, de BAC oneeleven en de oudere versies van de Boeing 727 te vervangen.

De passagierskapaciteit van het vliegtuig varieert tussen 178 en 220, afhankelijk van de gekozen uitvoering. De Boeing 757 is het grotere broertje van de 727-200, een verbeterde uitvoering van de al jaren bekende „medium-ranger" van dezelfde fabriek. Toch zijn er zoveel verschillen dat Boeing ook voor dit vliegtuig van een "nieuwe generatie" in zijn klasse spreekt.
Een van de belangrijkste doelstellingen bij de ontwikkeling van de 757 is brandstofbesparing geweest. En dit heeft men willen bereiken met een nieuw vleugel-ontwerp, en motoren, afgeleid van suksesvolle bestaande ontwerpen. Volgens Boeing is het hierdoor mogelijk ruim 40% per stoel op de brandstofkosten te besparen, in vergelijking met de 727. Doordat de 757 op grotere hoogte zal kunnen vliegen, en daardoor gebruik kan maken van de hogere lucht-sektoren zal ook een gunstiger brand-





Fabrikage van een hoogteroerdeel uit koolstofvezel. Eerst worden enkele lagen van geweven vezel aangebracht en vervolgens komt hierop een honingraat kern van uiterst licht materiaal waarop tenslotte opnieuw koolstofvezel wordt aangebracht. In een autoklaaf wordt alles samengelijmd tot een zeer sterk paneel.

Model van de Boeing 757

stofgebruik mogelijk kunnen zijn.
Een efficiënter onderhoudsschema zal het aantal manuren beperken en een extra besparing op de arbeidskosten kunnen opleveren.
Het nieuwe vleugelontwerp, met zgn. "slats" – leivlakken, langs de gehele voorrand – en een speciale vleugelachterkant, maakt een kortere startaanloop mogelijk. Tezamen met het speciale vier wielen hoofdonderstel kan nu gevlogen worden naar en van vliegvelden met start- en landingsbanen, die tot dusverre voor vliegtuigen van de omvang van de Boeing 757 gesloten waren.
In de kabine, met de bekende "wide body look" en bagage-bakken in plaats van de bagage-rekken, zal één gangpad de aan weerszijden drie-aan-drie geplaatste stoelen scheiden. Bij een gemengde uitvoering van eerste en toeristenklassen wordt uitgegaan van een indeling 16 om 162. Maar ook andere uitvoeringen zijn mogelijk, zoals een volledige toeristenklasse-indeling van 196 of 220 stoelen.
Boeing heeft veel van de ontwikkelingen en technologie uit het 767-projekt ook in de 757 gestopt. Ongetwijfeld niet zonder reden. Het maakt de produktie van deze korteafstand jet efficiënter en goedkoper. Bovendien is het voor de specifieke Boeing-gebruikers aantrekkelijker in verband met opleiding van cockpitbemanningen, en voor het onderhoud. Het koncept voor de cockpit is afgeleid van de ontwerpen voor de 767-stuurhut. De systemen zijn hetzelfde. Dit geldt ook voor de air conditioningseenheden, en de zgn. "derde motor", de A.P.U. (auxiliary power unit), waarmee het vliegtuig onafhankelijk van een externe krachtbron, de systemen voor verlichting, koeling, e.d. kan laten funktioneren. En ook – zonder hulp van buitenaf –de eigen motoren kan starten. Deze motoren zijn opgehangen onder de vleugel. Plaatsing aan het staartdeel – zoals bij de 727 – heeft Boeing al laten varen met het ontwerp voor de 737.
Voor de voortstuwing van het nieuwste vliegtuig uit de Boeing-stal kan de klant een keus maken uit wat twee fabrikanten, Rolls Royce en Pratt & Whitney, nu aanbieden. Terwijl de Engelse motoren-producent later nog een krachtiger motor zal uitbrengen; in feite een sterk verbeterde versie van het oorspronkelijke ontwerp dat meer stuwdruk zal opleveren.
De proefvluchten met de nieuwe motoren onder een 747-testvliegtuig zijn tot dusverre suksesvol verlopen.
Door toepassing van nieuwe kunststof-materialen is een grote gewichtsbesparing bereikt. Gedurende de gehele periode, waarin het ontwerpproces zich heeft voltrokken kon zo'n 2200 kg worden afgeschaafd van de oorspronkelijke specifikatie voor het vliegtuig. En volgens Boeing levert de toepassing van aluminium en kunststof de 757-gebruiker een besparing op van ruim 100.000 liter brandstof per jaar.
De aluminium-samenstelling, die voor de 757 wordt gebruikt, is sterker en heeft betere "metaal-moeheids" karakteristieken dan het aluminium, dat in het verleden voor de vliegtuigbouw werd toegepast. Door de bijzondere eigenschappen van de nieuwe aluminiumlegering kon Boeing dit materiaal voor belangrijke onderdelen van de vleugel en de rompstruktuur gebruiken.
De zeer sterke en uiterst lichte koolstofvezelmaterialen werden bij de bouw benut voor enkele minder belangrijke delen zoals de ondersteldeuren, richtings- en hoogteroeren, vleugelkleppen, die niet direkt behoren tot de hoofdstruktuur van het vliegtuig.
De eerste produktie-toestellen, voorzien van Rolls Royce RB211-535C motoren, zullen in januari 1983 door de fabriek worden afgeleverd. Eind 1984 zijn de eerste afleveringen gepland van de 757's, die met Pratt & Whitney PW 2037 motoren zijn uitgerust.

Specifikaties van de Boeing 757

totale lengte	47,32 m
spanwijdte	37,95 m
vleugeloppervlakte	181,2 m²
staarthoogte	13,56 m
max. startgewicht	99.700 kg
max. afstand	3.900 km
tot. brandstofkapaciteit	42.630 lt.
kabinelengte	36,07 m
vrachtruimte	51,98 m³
plafond bij max. gewicht	11,703 m
passagiers	178–220
motoren	2 hoge omloop straalmotoren

Montage van het eerste prototype van de Boeing 757 in de fabriek te Renton. Het hoofdrompdeel wordt samengevoegd met het rompmiddenstuk waaraan de vleugelhelften al zijn bevestigd.

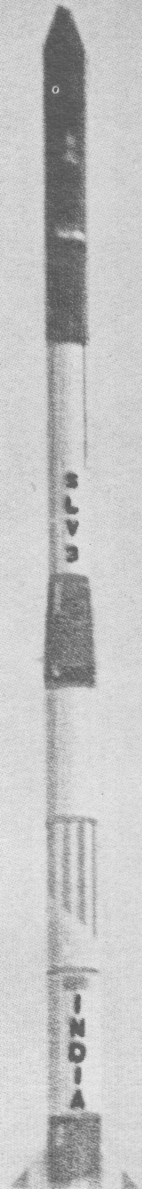


India haast zich strompelend heelal in

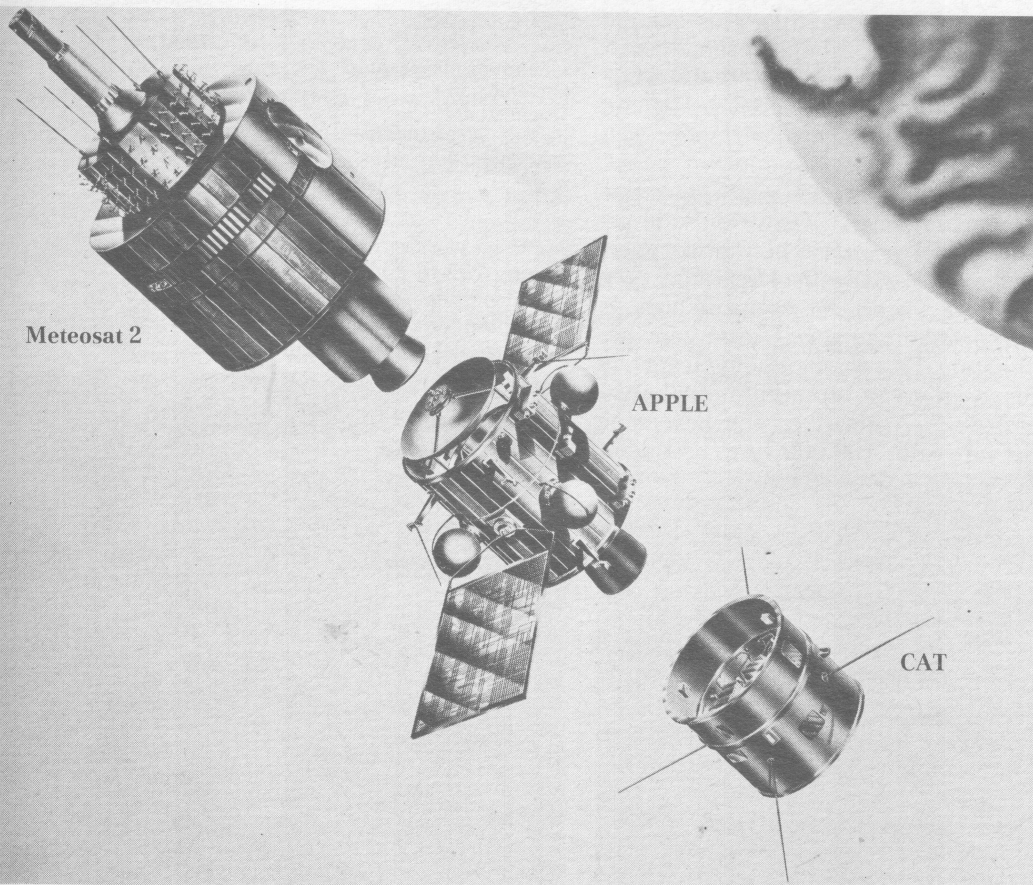
G. J. van Lonkhuyzen

Het Indiase ruimtevaartprogramma loopt nog niet erg best. Het wordt gekenmerkt door hele mislukkingen en halve suksessen, maar ook door een hardnekkig-blijven-proberen. Tot nu toe zijn twee Indiase kunstmanen op eigen kracht gelanceerd, de Rohini 1 en 2.

India startte zijn ruimtevaartprogramma in 1979 met de proeflancering van de raket die voorbestemd is het werkpaard van de ISRO (Indian Space Research Organisation) te worden, de SLV3. Het is een viertraps vaste-brandstofraket met een gewicht van 16,9 ton. De eerste twee trappen worden gestookt met PBAN, polybutadine acrylnitriet, de derde en vierde trap met HEF-20; HEF staat voor High Energy Fuel.
Maar de eerste lancering mislukte na een paar sekonden al. Daarna, in 1980 en 1981, ging het twee keer goed, waarbij de twee Rohnini's gelanceerd werden; overigens funktioneerde de tweede kunstmaan niet goed. Men is nu bezig met een versterkte versie van de SLV3, de ASLV: een SLV3 met extra aanjagers.
Maar India beperkt zich niet tot het zelf bouwen en zelf lanceren van ruimtetuig. Er wordt ook gebruik gemaakt van de diensten van anderen. Zo heeft de derde Ariane, die afgelopen juni werd gelanceerd, als deel van een drievoudige last de APPLE in de ruimte gebracht.



De lancering van de Indiase SLV3 van de basis op Sriharikota, een eilandje op 100 kilometer ten noorden van Madras.
Met de SLV3 kan India op eigen kracht kleine kunstmanen in een baan om de Aarde brengen.



De APPLE. Een van de twee zonnecelpanelen ontvouwde niet, en de stabilisering langs drie assen mislukte.
Foto ESTEC

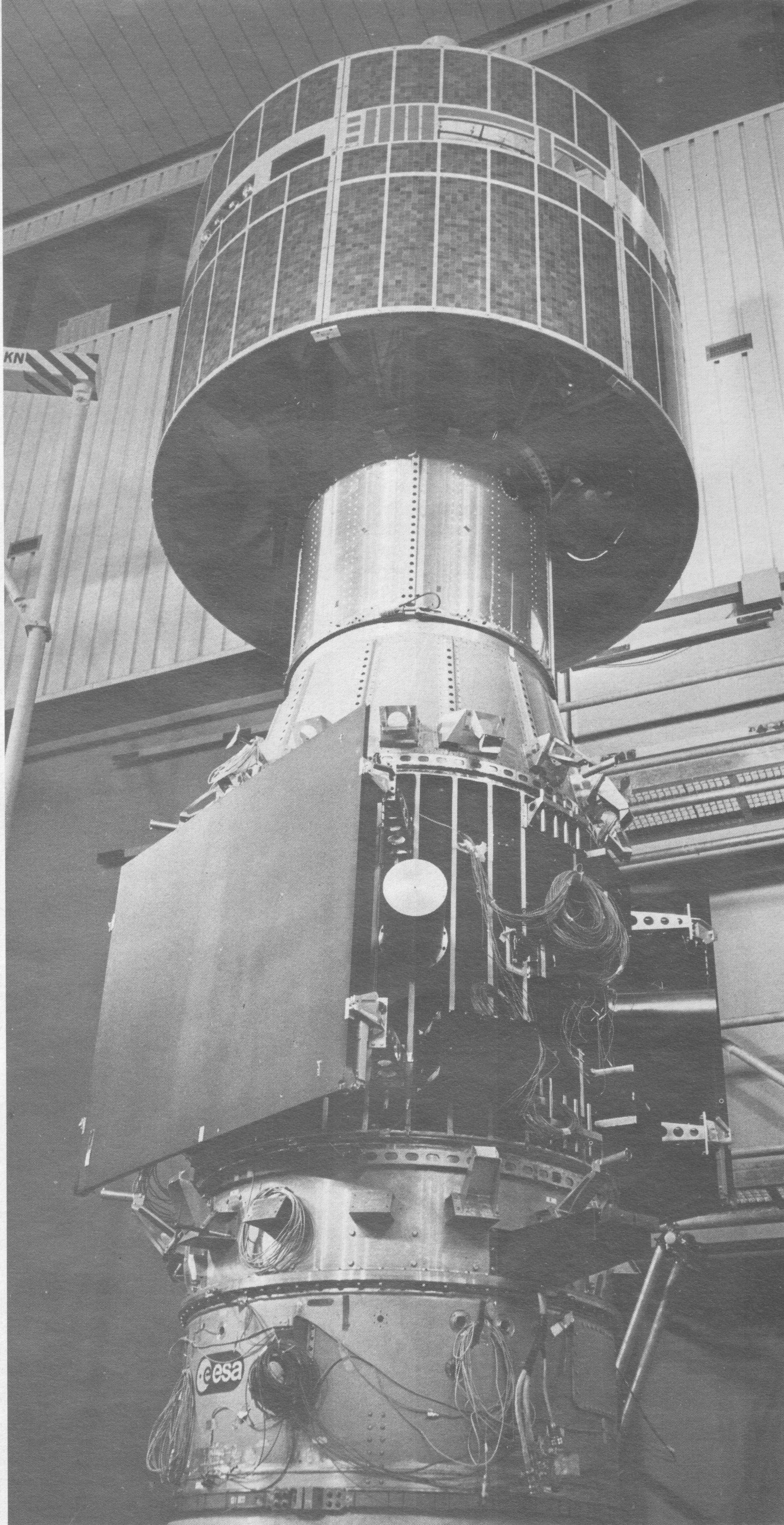
APPLE staat voor Ariane Passenger Pay Load Experiment. Het is een 650 kilo zware testkunstmaan voor kommunikatie-doeleinden. De satelliet was voorzien van een motor; dat was nodig omdat de APPLE met de Ariane alleen maar in een parkeerbaan gebracht kon worden. De kunstmaan moest daarna op eigen kracht zijn plekje aan het zwerk opzoeken. Daarna ging het fout. Een van de twee panelen met zonnecellen wilde niet uitklappen. De kunstmaan krijgt dus maar de helft van zijn energie. De ISRO wil wel proberen om de satelliet op halve kracht toch nog wat te laten doen.

De APPLE is vooral teleurstellend geweest omdat juist het deel van de kunstmaan waar alles om begonnen was, niet bleek te funktioneren. De satelliet was het eerste ruimtetuig uit India dat langs drie assen gestabiliseerd zou worden. Maar er trad een storing op in het vliegwiel dat voor de stabilisering moest zorgen. Dat wiel was in India zelf ontwikkeld.

Dóórgaan

India laat het er echter niet bij zitten. Het land beschikt over een aardig ontwikkelde ruimtevaartstruktuur: een lanceerbasis op het eilandje Sriharikota, een onderzoekscentrum – Vikram Sarabhai Space Centre – in Trivandrum en een bedrijf in Bangalore. Het land kan zelf zijn raketten en kunstmanen bouwen, maar gebruikt ook de diensten van andere landen.

De komende Bashkara 2, een kunstmaan voor aardobservatie, zal gelanceerd worden door de Russen, en Ford Aerospace heft opdracht de INSAT 1 te bouwen, een kommunikatiesatelliet. Daarna komen nog een reeks IRS (Indian Remote Sensing)-satellieten en een serie Proto-Insat kunstmanen. Die laatste zijn een voorzetting van de door Ford gebouwde INSAT. Al die nieuwe kunstmanen wegen rond de 150 kilo.



De APPLE gemonteerd tussen de Meteosat 2 (boven) en de CAT (onder), voor zijn lancering door de derde Ariane op 19 juni 1981. Foto ESTEC

De AV-8B Harrier II

Pieto van Buysen

Nieuw Amerikaans/Brits vliegtuigprojekt

Na jaren van over en weer gepraat hebben de Britten en Amerikanen eindelijk besloten gezamenlijk de AV-8B Harrier II, een loodrecht startend en landend straalgevechtsvliegtuig, in serie te gaan bouwen. Daarmee hebben de Engelsen nu definitief een streep gehaald door hun Big Wing Harrier projekt, te beschouwen als een tegenhanger van de AV-8B. Los van dit feit kan men hier toch spreken van een tweede generatie van de Harrier, een toestel waarvan de Britten de geestelijke vader zijn.

Zoals bekend opereren militaire eenheden van beide landen al ettelijke jaren met dit revolutionaire vliegtuig. De Engelsen zetten hem zowel vanaf het vasteland als van schepen met een Ski-jump (skischans) in, terwijl de Amerikanen hem hoofdzakelijk vanaf vliegdekschepen en amfibische aanvalsschepen gebruiken. In het laatste geval staat het toestel als AV-8A Harrier te boek, terwijl de Britten hem respectievelijk met Harrier GR Mk. 1/3 en Sea Harrier FRS Mk.l aanduiden.
Wat de AV-8B aangaat, die is hoofdzakelijk op verzoek van het US Marine Corps door McDonnell Douglas, de Amerikaanse licentiehoudster van de British Aerospace Harrier, ontwikkeld. Men heeft hier dan ook met een op diverse punten verbeterde uitvoering van de AV-8A te maken.
Van de nieuweling zijn de Amerikanen van plan 340 machines af te nemen, waarvan het eerste exemplaar eind 1983 voor operationeel gebruik beschikbaar moet komen. Al die toestellen zijn uitsluitend bestemd voor de Mariniers, ofschoon de Amerikaanse marine intussen ook belangstelling voor de AV-8B toont.
De Britten doen het wat kalmer aan, want zij hebben voorlopig hun luchtmacht slechts 60 machines toegedacht. De eerste daarvan dient halverwege 1986 inzetbaar te zijn en draagt dan als aanduiding Harrier GR Mk.5.

Stuwstraalreaktie

Alle Harrierversies worden geken-

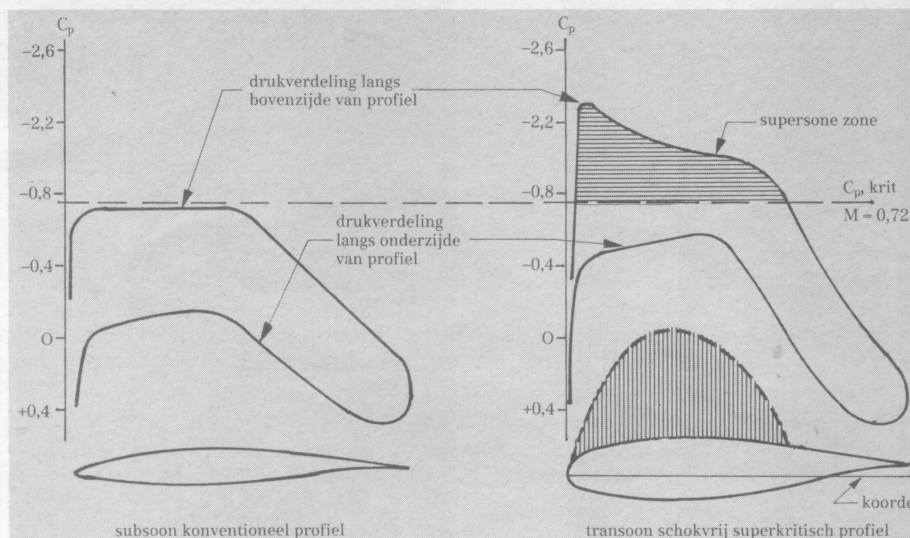


merkt door een uniek voortstuwingssysteem, waardoor ze totaal verschillen van andere vaste-vleugel vliegtuigen. De straalmotor is namelijk uitgerust met vier draaibare uitlaten, waarvan er twee aan weerskanten van de romp achter elkaar zitten. Wanneer die loodrecht naar beneden gedraaid worden, zullen automatisch de motorgassen in neerwaartse richting uitstromen. Er ontstaat dan een opwaartse kracht. Is die eenmaal groot genoeg, dan zal de Harrier zich als een helikopter loodrecht verheffen. Eenmaal op zekere hoogte worden dan de uitlaten langzaam naar achteren gedraaid, waarna het toestel zijn weg in horizontale vlucht kan vervolgen. Vanaf dat moment vindt de besturing ook weer geleidelijk aan langs konventionele weg plaats, omdat voor die tijd het hoogte-, richtings- en rolroer geen enkele uitwerking kunnen uitoefenen. Immers, dergelijke besturingsvlakken werken alleen maar bij de gratie van voldoende voorwaartse snelheid. Het zal dus duidelijk zijn dat de konstrukteurs voor het loodrecht starten en landen én voor de overgangsfase van vertikaal naar horizontaal of omgekeerd naar een ander besturingssysteem moesten uitkijken. Zij vonden dat in een systeem dat op het principe van de stuwstraalreaktie berust. In de neus, vliegeltips en staartpunt bevinden zich daarom straalpijpjes die via een buizenstelsel voorzien worden van lucht, afkomstig van de hoge drukkompressor van de motor. Er wordt alleen dan lucht afgetapt, wanneer de motoruitlaten geen horizontale stand meer innemen. Een aantal kleppen regelen uiteindelijk de grootte van de stuwstraaltjes. En omdat die met de konventionele besturingsvlakken doorverbonden zijn – behalve die in de neus – worden die eveneens door het voetenstuur en de stuurknuppel geaktiveerd. Met andere woorden, voor dit aanvullende besturingssysteem hoeven geen extra handelingen verricht te worden. Wel bevindt zich in de cockpit een extra handgreep, waarmee de uitlaten van de motor verdraaid worden.

Superkritische vleugel

In vergelijking met zijn voorganger verricht de AV-8B veel betere prestaties. Dit komt het beste tot uiting in het feit dat hij enerzijds een tweemaal zo grote gevechtsaktieradius bezit of anderzijds een dubbel zo grote last kan meenemen. Dit heeft men ondermeer weten te bereiken door een geheel nieuwe en omvangrijkere vleugel toe te passen, die vooral tijdens de kruisvlucht minder weerstand oplevert. Dit draagvlak wordt superkritisch genoemd. Deze term heeft niets te maken met kritisch in de zin van kritiek hebben, maar in de betekenis van "over een bepaalde grens".

Een imposante aanblik vormt de onderzijde van deze YAV-8B, die uitgerust is met bommen en Sidewinder lucht-lucht projektielen. Deze "vuurpijlen" zijn speciaal bestemd voor het aangaan van luchtgevechten. Dit infraroodgeleide wapen is simpel en goedkoop.



De drukverdeling bij een konventioneel profiel (links) in vergelijking met die bij een superkritisch profiel (rechts) gemeten tijdens een aanstroomsnelheid van Mach 0,72. Hierbij geven de oppervlakken van de boemerangachtig gevormde figuren de hoeveelheid draagkracht weer. Verder vertellen ons de grafieken dat bij het konventionele profiel de oversnelheid langs de bovenkant beperkt wordt tot een waarde, die net onder de geluidssnelheid ligt (C_p krit). In het andere geval is duidelijk te zien dat de geluidssnelheid ruimschoots overschreden wordt, zelfs tot over de helft van de koorde (zie hiervoor tevens de illustratie van het superkritische vleugelprofiel).
Bij konventionele profielen treden onder zulke omstandigheden sterke schokgolven op waardoor de draagkracht afneemt en de weerstand sterk oploopt. Maar bij een superkritisch profiel kan men door gebruik te maken van een geraffineerde aerodynamische vormgeving van de profielbovenzijde een nagenoeg schokvrije vorm verkrijgen, die het benutten van verschillende mogelijkheden toelaat afhankelijk van het te ontwerpen vliegtuigtype dat men voor ogen heeft. Algemeen zal men zijn ontwerp dan ook voornamelijk willen toespitsen op het verminderen van het brandstofverbruik, waartoe veelal een schokvrij superkritisch vleugelprofiel in belangrijke mate kan bijdragen.
Verklaringen:
C_p = een dimensieloze grootheid voor onder- en overdruk, respektievelijk voorzien van een negatief en positief teken.
C_p krit = een waarde die het bereiken van de geluidssnelheid weergeeft.

Het kenmerk van een superkritische (of zeer geavanceerde) vleugel is dat die bij hoge subsone snelheden geen al te grote stoot- of schokgolven teweegbrengt. Normaliter veroorzaakt het optreden van zulke golven een grote wijziging van de drukverdeling om het profiel. De draagkracht neemt dan af, terwijl de weerstand sterk toeneemt. Bij een superkritisch vleugelprofiel zal echter door de zwakke schokgolf aan de achterzijde van de koorde geen al te grote extra weerstand teweeg worden gebracht, waardoor meer draagkracht zal ontstaan. Anderzijds laat de superkritische vleugel de toepassing van een dikker profiel toe waardoor een volumevergroting ontstaat die ten goede komt aan de hoeveelheid mee te nemen brandstof. Zo kan de AV-8B meer brandstof meenemen dan de AV-8A die bovendien nog twee extra brandstoftanks van samen 760 liter bezit.
Voorts biedt de grotere relatieve profieldikte de mogelijkheid tot het lichter konstrueren van de vleugel, waardoor gewicht bespaard kan worden. Verder draagt de keuze van een grotere vleugelslankheid, dit is de verhouding tussen de vleugelspanwijdte in het kwadraat en het vleugeloppervlak, bij de brandstofbesparing vanwege de lager opgewekte weerstand. Tenslotte komen betere start- en landingsprestaties binnen het bereik te liggen.
Het dikkere vleugelprofiel levert nog meer voordelen op, maar die zullen we hier verder niet bespreken.

Overige verbeteringen

Verder draagt ook de nieuwe vorm van de motorinlaten bij tot betere prestaties, omdat die tijdens de kruisvlucht eveneens minder weer-

stand opleveren. Een extra rij hulpinlaten – bij de AV-8A beschikt elke motorinlaat slechts over één rij hulpinlaten – zorgt voor een grotere aanvoer van lucht, hetgeen zich tijdens een loodrechte start of landing manifesteert in een stuwdrukvermeerdering van 270 kg.
Voor het recht omhoog stijgen heeft men naar nog meer middelen gezocht om de prestaties te kunnen verbeteren. Aangezien alle beetjes helpen, heeft men zich gericht op het maximaal uitbuiten van het grondkusseneffekt in kombinatie met het tegengaan van re-cirkulatie van de uitlaatgassen in de motor. Hiervoor zijn aan weerszijde van de romponderkant in de langsrichting platen aangebracht die aan de voorzijde met een intrekbaar schot zijn verbonden. De hete uitlaatgassen worden door de grond teruggekaatst maar kunnen nu niet direkt zijdelings wegstromen; ze worden door de extra voorzieningen enige tijd "vastgehouden". Dit proces levert extra draagkracht op en verkleint het gevaar van het opnieuw binnenstromen van de hete uitlaatgassen in de motor. Dit laatste resulteert uiteindelijk weer in een toename van de stuwdruk. In de praktijk kan daardoor tijdens een vertikale start 540 kg meer aan gewicht omhoog gebracht worden.
Tenslotte hebben de Amerikanen op verzoek van de Britten nog een verbetering overgenomen van het Big Wing Harrier projekt. Die bestaat uit het aanbrengen van een driehoekige plaat tussen de romp en vleugelneus. Daarmee wordt de wendbaarheid aanzienlijk vergroot, hetgeen noodzakelijk is voor het aangaan van luchtgevechten.

Komposieten

Op grote schaal is bij de AV-8B gebruik gemaakt van het materiaal van de toekomst, dat onder de verzamelnaam komposieten bekend staat. Daarvan is bijvoorbeeld bij deze steilstarter tweemaal zoveel verwerkt als bij de gloednieuwe McDonnell Douglas F-18 Hornet marinejager. In ruim 23% van de AV-8B konstruktie is dit zeer geavanceerde materiaal toegepast.
Dit "wonder"materiaal is opgebouwd uit hoogwaardige kunststofvezels die door middel van een kunsthars worden samengelijmd (zie ook Aarde & Kosmos 10 en 11/1979 en 11/1980). Men kan zodoende op eenvoudige wijze sterkte en stijfheid in een konstruktie daar aanbrengen waar dit vereist wordt. Bovendien levert die in vergelijking met een lichtmetalen konstruktie een opmerkelijke gewichtsbesparing op. Dit komt per onderdeel ruwweg op een kwart neer. Het materiaal korrodeert niet en vertoont voor zover bekend geen vermoeiingsverschijnselen en is uitzonderlijk sterk. Als nadeel dient wel aangevoerd te worden dat een komposietonderdeel zich niet op eenvoudige wijze door de gebruiker laat herstellen.
Het tot nu toe grootste deel dat ooit van koolstofvezel versterkte kunststof is gemaakt, betreft de vleugel van de AV-8B. Alleen de vleugelneuzen en vleugeltippen zijn van aluminium vervaardigd in verband met het makkelijk kunnen herstellen van beschadigingen, eventueel opgelopen tijdens het verrijden van het toestel over de grond. Desondanks wist men toch in vergelijk met koventionele materialen een gewichtsbesparing van ruim 150 kg te boeken.
Verder heeft men dit materiaal ook nog toegepast bij het rompvoorstuk, het horizontale kielvlak, het richtingsroer en bij de driehoekige platen tussen romp en vleugelneus. De overige vliegtuigdelen zijn gemaakt van aluminium, staal en titanium.

Balancerend op zijn uitlaatgassen hangt een YAB-8B, de voorloper van de AV-8B, enkele meters boven de grond stil, daarbij gebruik makend van het extra besturingssysteem. Duidelijk zijn de geopende hulpinlaten te zien voor het aanzuigen van extra lucht. Aan de romponderzijde hangen de beide kanonnen, elk in een soort wapenbak ondergebracht.



Steunpilaar

De AV-8B moet als jachtbommenwerper ingezet worden. Dit betekent dat zijn primaire taak bestaat uit het bestoken van de grondtroepen in de voorste gevechtslinies. Vooral door zijn specifieke start- en landingstechniek is de Harrier dan ook een goede steunpilaar van oprukkende gevechtseenheden. Immers, het toestel neemt al genoegen met een stukje terrein ter grootte van een tennisbaan en is niet aangewezen op kilometers lange asfaltbanen. Bovendien kan hij vlak bij het gevechtsterrein bevoorraad en weer volgetankt worden en dat scheelt veel tijd.
In verband met zijn primaire taak beschikt de AV-8B over zeven ophangpunten, waarvan er zes onder de vleugel zitten en één onder de romp. Daaraan kunnen allerlei sterk uiteenlopende lasten worden bevestigd. Wordt er van een loodrechte startmethode gebruik gemaakt, dan mag de totale last niet meer dan 3175 kg bedragen; de brandstoftanks zijn in die situatie boordevol. Start men daarentegen met een korte aanloop, hetgeen in de praktijk zoveel mogelijk zal worden nagestreefd in verband met brandstofbesparing, dan kan er ruim tweemaal zoveel worden meegevoerd, te weten 7700 kg. Daarnaast bestaat ook nog de mogelijkheid om onder de romp twee 25 of 30 mm kanonnen te bevestigen.

Behalve voor wapens lenen zich vier van de zes vleugel-ophangpunten ook nog voor het meenemen van extra brandstoftanks. Daarmee uitgerust kan de AV-8B een afstand van ruim 4600 km overbruggen. De snelheid die in zo'n uitmonstering bereikt kan worden, ligt rond de 850 km per uur. In "schone" toestand, dus zonder dat er iets onder de vleugel en/of onder de romp hangt, kan die opgevoerd worden tot 1100 km per uur. Hieruit blijkt dat de AV-8B een subsoon type is, ofschoon er intussen al prentjes in omloop zijn gebracht van supersone steilstarters, die dus sneller dan het geluid kunnen vliegen.
De eersteling van deze derde generatie van de Harrier zal pas op zijn vroegst over tien jaar beschikbaar komen.

Bulgaars jubileum in de ruimte

Foto's TASS

Jaap Terweij

In 1981 bestond Bulgarije als land 1300 jaar. Om dat te vieren, kreeg het van de Sovjet-Unie de mogelijkheid aangeboden een satelliet te laten lanceren. De Russen leverden een kunstmaan van het type Meteor-Priroda, die dan gevuld zou worden met instrumenten voor aardonderzoek, afkomstig van de Bulgaarse Akademie van Wetenschappen. Algehele supervisie over het projekt heeft de organisatie Interkosmos. De lancering gebeurde op 10 juli 1981 met een Vostok-raket.

De kunstmaan draait rondjes om de Aarde op een hoogte van 688 km; de omlooptijd bedraagt 97,6 minuten. Omdat de kunstmaan in aanleg een "Meteor" is, het Russische type weersatelliet, zitten er kamera's in de satelliet. Er is een vierkanaals-kamera (MSU-M) met een oplossend vermogen van 800 meter en een tweekanaals-kamera (MSU-S) met een oplossend vermogen van 250 meter. Daarnaast bezit de satelliet een multispektrale spektrometer van het type SMP-32 en mikrogolfmeters van de types RM-1 en RM-4. Ten slotte is er een infrarood-kamera van het type Lasotska-65.

Het Bulgaarse aandeel aan de satelliet betreft apparatuur voor het doen van metingen aan de ionosfeer en de magnetosfeer. Die ruimten om de Aarde zijn gevuld met elektrisch geladen deeltjes van uiteenlopende samenstelling (geïoniseerde molekulen en atomen uit onze dampkring en deeltjes afkomstig uit de zonnewind, voornamelijk protonen en elektronen). Er zijn vier Bulgaarse experimenten aan boord.

Het eerste betreft het vaststellen van de soort geladen deeltjes (ionen, elektronen, massa, energie).

Het tweede meet de hoeveelheid en de snelheid van protonen met energieën tussen 0,2 en 15 KeV en in het bereik van 50 KeV tot 1 MeV.

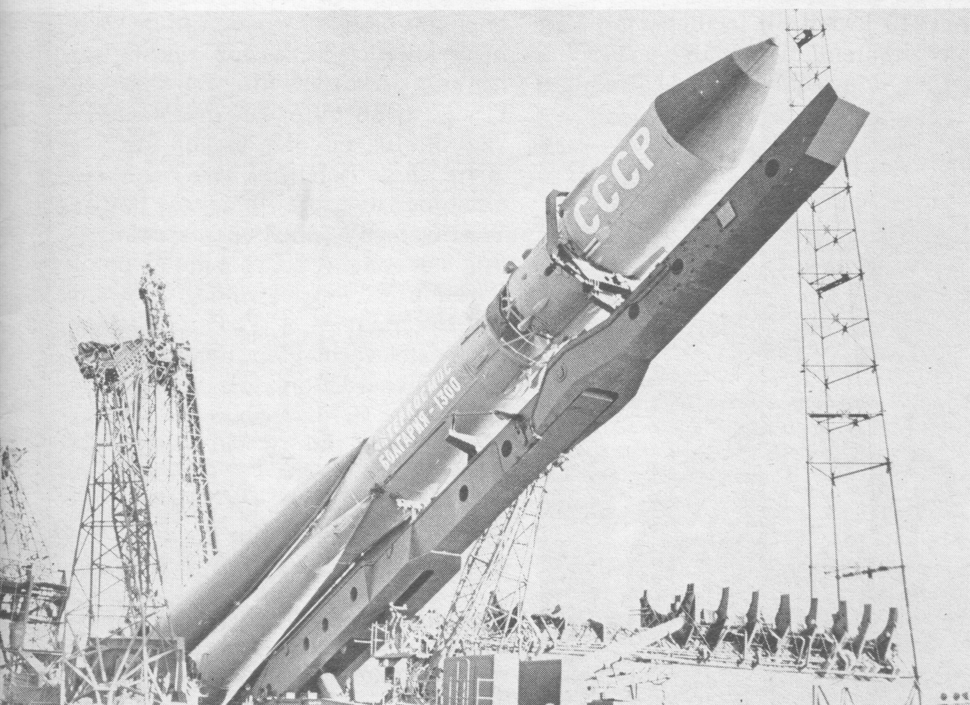
Het derde onderzoekt elektrische stromen en magnetische veldsterkten, die samenhangen met laagfrekwente radiogolven.

Het vierde instrument tenslotte is een optische lichtmeter die waarnemingen doet in het ultraviolet tussen 110 en 260 nanometer.

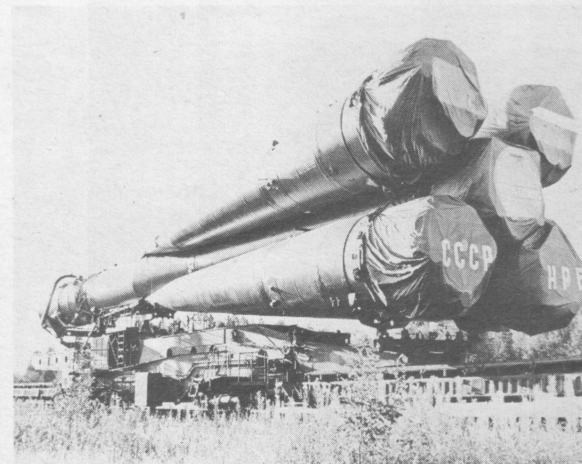
De satelliet die hier de benaming Interkosmos-Bulgarije 1300 draagt. De satelliet doet onderzoek aan geladen deeltjes en elektrische en magnetische velden rond de Aarde, een terrein waarop de Bulgaren zich hebben gespecialiseerd.



De lanceerraket wordt op zijn platform opgericht.



Raket en lading op weg naar het lanceerplatform. Op de hoezen rond de uitlaten zijn de Sovjet- en de Bulgaarse vlag te zien, de afgekorte namen van de twee landen en het embleem van Interkosmos.



De derde in het rijtje van Nederlandse luchtvaartpioniers: Walraven

G. J. v. Lonkhuyzen



Dit artikel is een bewerking van het verslag dat O. G. Ward deed in het Indische tijdschrift "Tong Tong" (nummers 5 en 6, 1977). Het is de samenvatting van een luchtvaartloopbaan die – hoe kort ook – zéér spektakulair was. Het verhaal van Laurens Walter Walraven verdient het nog eens te worden verteld.

De speciaal voor de sportvliegerij ontworpen W-4. Van dit type zijn er twee gebouwd, de PK-SAI en de PK-SAU.

Wie hoort er in dit rijtje niet thuis: Fokker–Koolhoven–Walraven. MIS! De drie namen horen wel degelijk bij elkaar; het zijn alle drie vliegtuigbouwers geweest in de pionierstijd van de luchtvaart.

Over Fokker en Koolhoven is genoeg geschreven, zij werkten in Europa, waar nieuwe technische ontwikkelingen veel aandacht kregen. Met Walraven lag dat anders. Hij werkte in het voormalig Nederlands Oost-Indië en daar was luchtvaart veel meer een aangelegenheid voor een kleine groep enthousiastelingen.

Maar Walraven heeft in de korte tijd dat hij vliegtuigen bouwde, gezorgd voor machines die opzien baarden en bewondering oogstten.

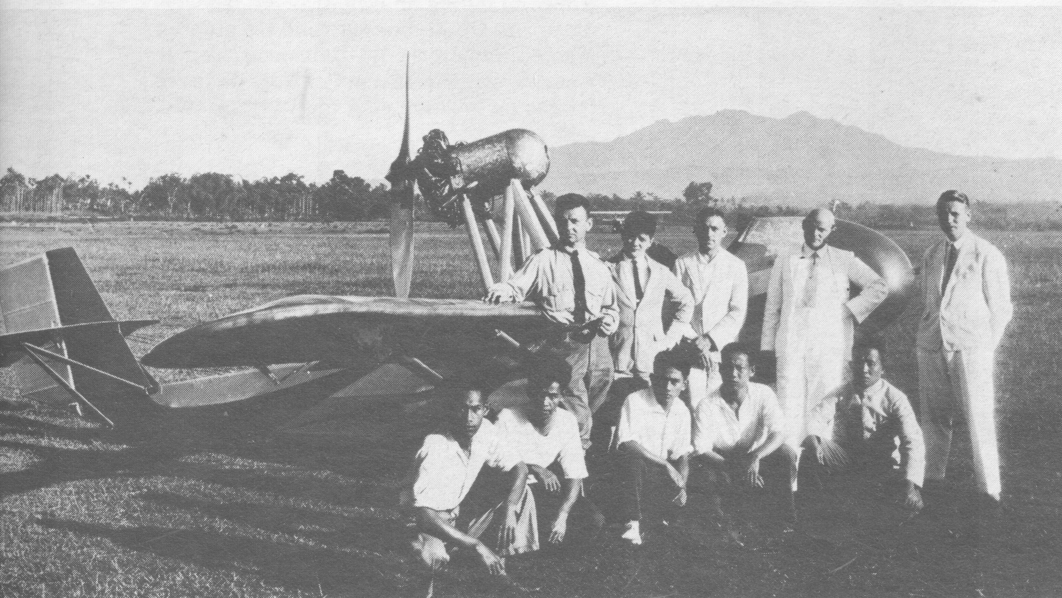
Laurens Walter Walraven

Hij was Amsterdammer van geboorte (1898) en begon zijn loopbaan als tekenaar, met een voorliefde voor vliegtuigen. Daarom kwam hij op 18-jarige leeftijd al als tekenaar in dienst van Schutte en Van Bakel, een karrosseriefabriek die óók vliegtuigen bouwde: de Farman, de Nieuport en de Spijker.

In 1919 kwam hij in dienst bij Van Berkel Patent, die behalve weegschalen en vleesmolens ook de Brandenburger WA- en WB-vliegtuigen bouwde. Een loopbaan dus, waar steeds het vliegtuig nadrukkelijk in figureerde.

Walraven had uitstel van militaire dienst gehad, maar toen de oproepkaart toch erg begon te dreigen besloot hij naar Indië te gaan. Daar trad hij in dienst bij de Luchtvaartafdeling (LA) van het KNIL. Hij werd chef van de tekenkamer van de technische dienst. In die funktie bouwde hij zijn eerste vliegtuig en daarvoor kreeg hij de hulp van drie technici van de LA en van twaalf mekaniciens. In de ijsfabriek van Bandoeng ontstond toen de fameuze Pattist-Walraven PW-1, een open sportvliegtuig met een duwschroef die op poten bovenop de vleugel stond. De naam van luitenant M. J. P. Pattist is aan dit toestel verbonden, omdat die het idee lanceerde om een vliegtuig te bouwen.

"Jane's all the world's aircraft" schreef over de PW-1: "He claims to be the only constructor building aircraft in the tropics with the aid of natives". Die "natives" waren Indische

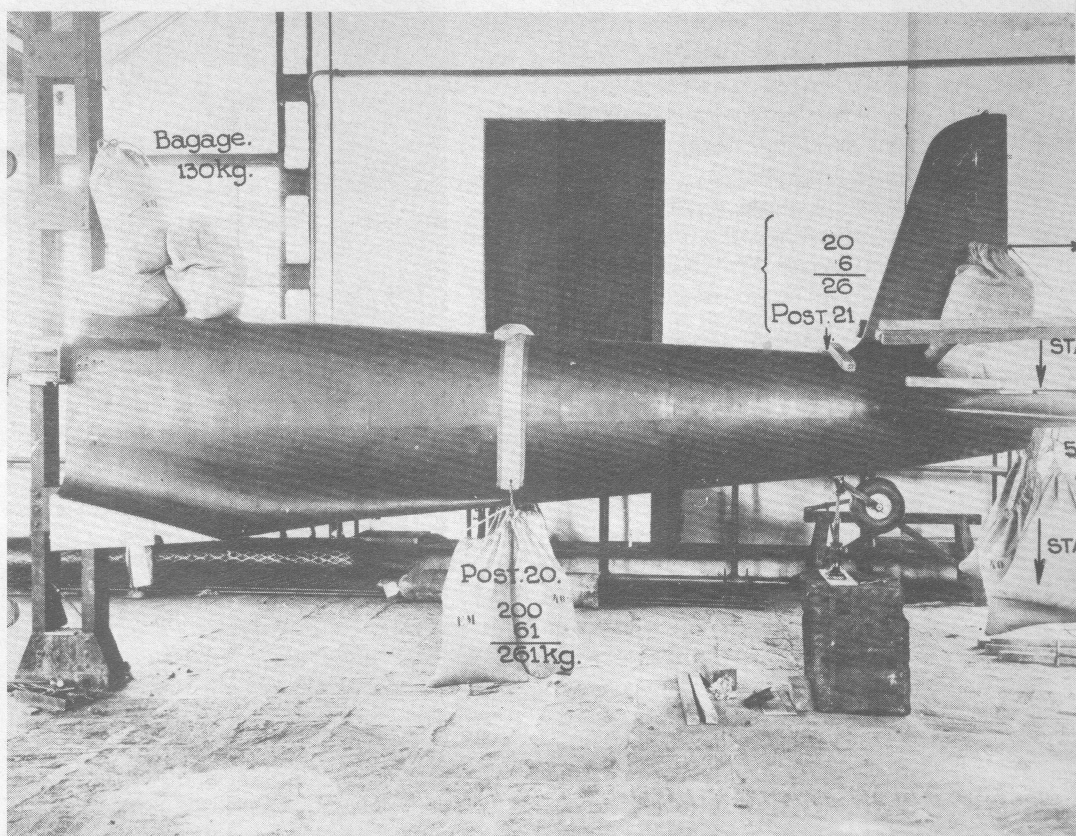


De Pattist-Walraven PW-1, het eerste vliegtuig dat in het toenmalige Indië werd gebouwd met de hulp van "inboorlingen".

en Indonesische technici die uitstekend voldeden.
Walraven financierde zelf de bouw. Voor het materiaal kreeg hij bijdragen van luchtvaart-enthousiasten.
De PW-1 maakte in 1931 zijn eerste vlucht en werd geregistreerd als de PK-SAM. De Indonesiërs noemden het de Kapal Ikan – het vis-schip – omdat ze vonden dat het ding op een vis leek. In 1936 is de machine bij een noodlanding zwaar beschadigd. Met deze machine is erg veel gevlogen door de leden van de Bandoengse vliegclub, die de machine in huur had.
Walraven maakte promotie en werd luchtvaartkundige bij de LA en later ook belast met de inspektie van burgervliegtuigen.

PK-KKH

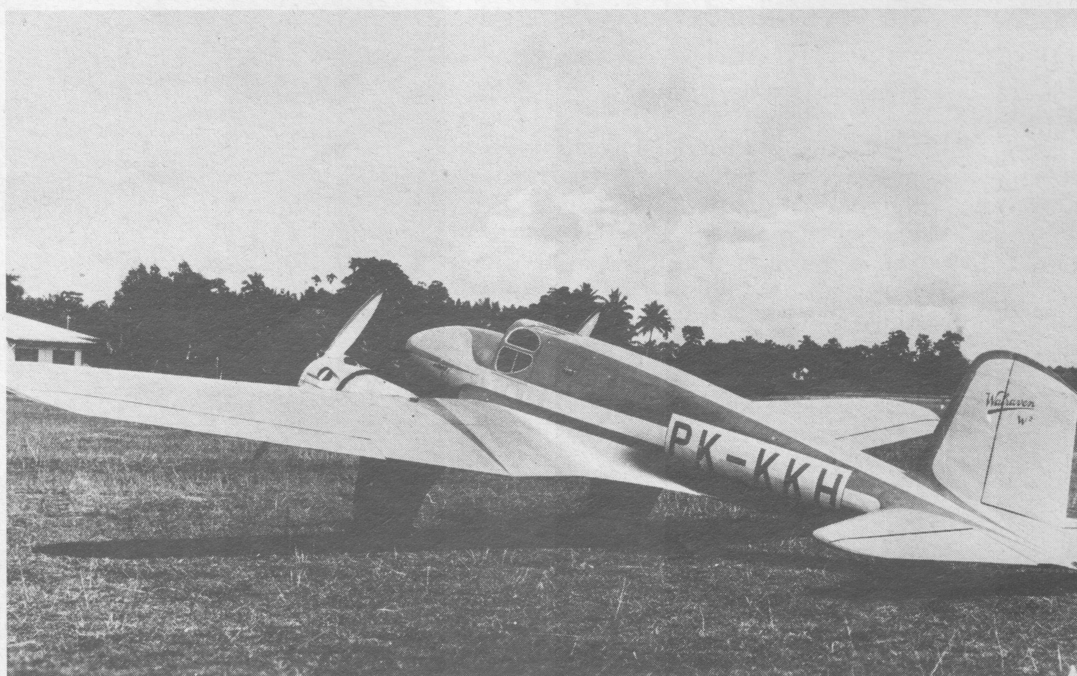
Toen meldde zich de Chinese miljonair en sportvlieger Khouw Khe Hien, eigenaar van de over heel Java verbreide vlees- en broodfabrieken "Merbaboe". Hij wilde een sportvliegtuig hebben en voor hem bouwde Walraven het toestel dat hem beroemd zou maken; de Walraven W-2, die geregistreerd zou worden als de PK-KKH (van Khouw Khe Hien). De machine werd niet meer in de ijsfabriek gebouwd, maar in een echte konstruktieloods ergens in Bandoeng. Op 4 januari 1935 maakte de PK-KKH zijn testvlucht.
De eigenaar heeft er maar drie jaar plezier van gehad, want in 1938 verongelukte hij met een Glenn Martin – bommenwerper tijdens een oefening. Maar in die drie jaar gebeurde er veel met de PK-KKH. De machine bleek niet alleen als sportvliegtuig, maar ook als zakenvliegtuig goed te voldoen en zo werd het plan geboren om er mee naar Nederland te vliegen. De vlucht, 8900 mijl van Tjililitan naar Schiphol, vergde twaalf dagen. Maar dat kwam omdat de vliegers: Khouw Khe Hien en luitenant C. Terluin (vlieginstrukteur) na een noodlanding in Turkije werden gearresteerd, verdacht van spionage. Ze werden na veel naspeuringen na 24 uur pas "gevonden".
Op Schiphol was Walraven aanwezig om "zijn" vliegtuig te zien aankomen. Anthony Fokker was er ook.
De PK-KKH is daarna ook nog op bezoek in Londen geweest, waar de Engelsen erover spraken als over een machine gelijkwaardig aan de Dehavilland DH-88 Comet, die de Melbournerace had gewonnen. Ook Albert Plesman was enthousiast over de machine en wilde de licentierechten kopen. Plesman wilde een iets grotere versie bouwen om te gebruiken als luchttaxi. In 1935 werd daarover korrespondentie gevoerd en dat leidde ertoe dat Walraven zijn W-3 ging ontwerpen, een twee-motorig vliegtuig voor vier inzittenden. Maar de W-3 is nooit gebouwd.



Walravens eerste vliegtuig werd in een ijsfabriek gebouwd. Daarna beschikte men over een eigen konstruktieloods. De toestellen (dit is de W-2 in aanbouw) werden met behulp van zware zakken zand getest op hun strukturele sterkte.

Naar China

Khouw Khe Hien, die naar Nederland was geweest met zijn W-2, heeft ook een bezoek gebracht aan China. Het gevolg was, dat er pogingen werden gedaan door de Chinese miljonair zelf en door Tsjiang Kai Sjek om Walraven naar China te halen om



De machine die Walraven bouwde voor de Chinese miljonair Khouw Khe Hien (let op de registratieletters). Met deze machine werd de Indië–Holland retourvlucht gemaakt.

daar een luchtvaartindustrie te beginnen. Maar Walraven wilde dat niet. Zijn blik was gericht op Amerika, waar de toekomstmogelijkheden voor de kleine vliegtuigen zich al duidelijk aftekenden.
Maar de Japanse inval maakte een eind aan deze droom, én aan de W-2 van Khouw Khe Hien, die op Java werd vernield. Vlak daarvoor had Walraven nog wel de W-4 gebouwd, een tweezits sportvliegtuig met open cockpit. De machine had een 60 pk motor waarmee volgens "Luchtvaart" van juni 1938 een snelheid van 160 kilometer per uur werd gehaald. Deze Walraven-4 was gebouwd op verzoek van de Nederlandsch Indische Vliegclub. De club wilde een toestel dat 160 kilometer per uur kon halen, een plafond had van minstens 4000 meter, een lage landingssnelheid en een reeks van gespecificeerde stunteigenschappen en zo'n toestel was in de hele wereld niet te koop. Er zijn twee W-4's gebouwd.
Walraven verdween na de Japanse inval in een krijgsgevangenenkamp. Daar heeft hij nog wel de W-5 ontworpen, een vliegtuig dat in twee versies gebouwd zou kunnen worden: "Reis" en "Sport". Het zou een machine zijn met een duwschroef en een dubbele staart. In feite was het toestel afgeleid uit de PW-1, maar dan met een lage motor-opstelling.
In 1942 werd Walraven op transport gesteld naar Birma om aan de Birmaspoorlijn tewerk te worden gesteld. Hij overleed echter aan boord van de Takoma Maru, 44 jaar oud.



Het vliegtuig dat Walraven in gevangenschap ontwierp; de W-5. Het is bekend, dat na de roemruchte Indië–Holland vlucht Walraven voor Albert Plesman de W-3 ontwierp. Dat vliegtuig is nooit gebouwd. Daarom is het opvallend, dat dit ontwerp Nederlandse registratieletters heeft: PH-TOP.
Dat we een idee hebben van Walravens vijfde ontwerp is te danken aan luitenant-vlieger G. T. Uitzetter, die met Walraven in het kamp zat en kans heeft gezien de schetsen uit het kamp mee te nemen. Die zijn inmiddels verloren gegaan, maar voordat dat gebeurde bouwde hij van hout dit modelletje. Het heeft er veel van dat Walraven bij dit ontwerp ook weer heeft gedacht aan de luchttaxiplannen van Plesman.

Australië kiest voor de F-18 Hornet

Dick van der Aart

De Australische luchtmacht, de Royal Australian Air Force, heeft gekozen voor de Amerikaanse McDonnell Douglas F-18 Hornet als opvolger voor de verouderde Franse Mirage IIIO onderscheppingsjagers.

Eind oktober maakte de Australische minister van defensie, Dennis J. Killen, bekend dat de RAAF volgens de huidige plannen 75 F-18 Hornets zal kopen tegen een totaalwaarde van ongeveer 2790 miljoen Amerikaanse dollars. Australië koos voor de F-18 na een uiterst lange en zorgvuldige evaluatie met als finalisten de F-16 van General Dynamics en de F-18 van McDonnell Douglas. De RAAF gaf de voorkeur aan de F-18 omdat de operationele mogelijkheden van dit gevechtsvliegtuig beter beantwoorden aan de gestelde eisen. Een belangrijke rol heeft daarbij gespeeld, dat de F-18 uitgerust is met twee straalmotoren en de F-16 met één. Volgens minister Killen biedt dit feit voor de F-18 "een duidelijke verwachting van minder verliezen gedurende de operationele levensduur van het toestel". Killen meent ook dat de hogere prijs van de Hornet ten opzichte van de F-16 door de extra veiligheid van de twee (General Electric F404) turbofans grotendeels gekompenseerd zal worden.

Een F-18 Hornet van het Amerikaanse Korps Mariniers in "vol gevechtstenue" met o.a. vier bommen van 1000 pond en twee Sidewinder anti-vliegtuigraketten aan de vleugeltips. Foto McDonnell Douglas



Beter dan F-16

Minstens net zo belangrijk voor de keuze van de RAAF is overigens het feit, dat de F-18 méér dan de F-16 van het begin af aan ontworpen is (voor de Amerikaanse marine) als

een echt multi-role vliegtuig. De navigatiemiddelen, de krachtige radar en de doelopsporingsapparatuur zijn geschikt voor vliegoperaties onder alle weersomstandigheden en ook de bewapening is daaraan aangepast.

De Hornet kan naast de hittezoekende Sidewinders ook radargeleide Sparrow air-to-air raketten meenemen. Bij de F-16 moeten daarvoor nog vrij kostbare modifikaties worden aangebracht. Met "volledige bepakking", bestaande uit twee Sidewinders, drie brandstoftanks, vier bommen van 1000 pond, voorwaartskijkende infrarood (FLIR) en laserdoelopsporingsapparatuur en een 20 mm kanon met 570 schoten maakte een F-18 testmachine onlangs een aanvalsvlucht naar een doel op duizend kilometer van zijn basis. Volgens de Australische luchtmacht biedt de F-18 aantoonbaar meer mogelijkheden dan de F-16.

Vervanging Mirage

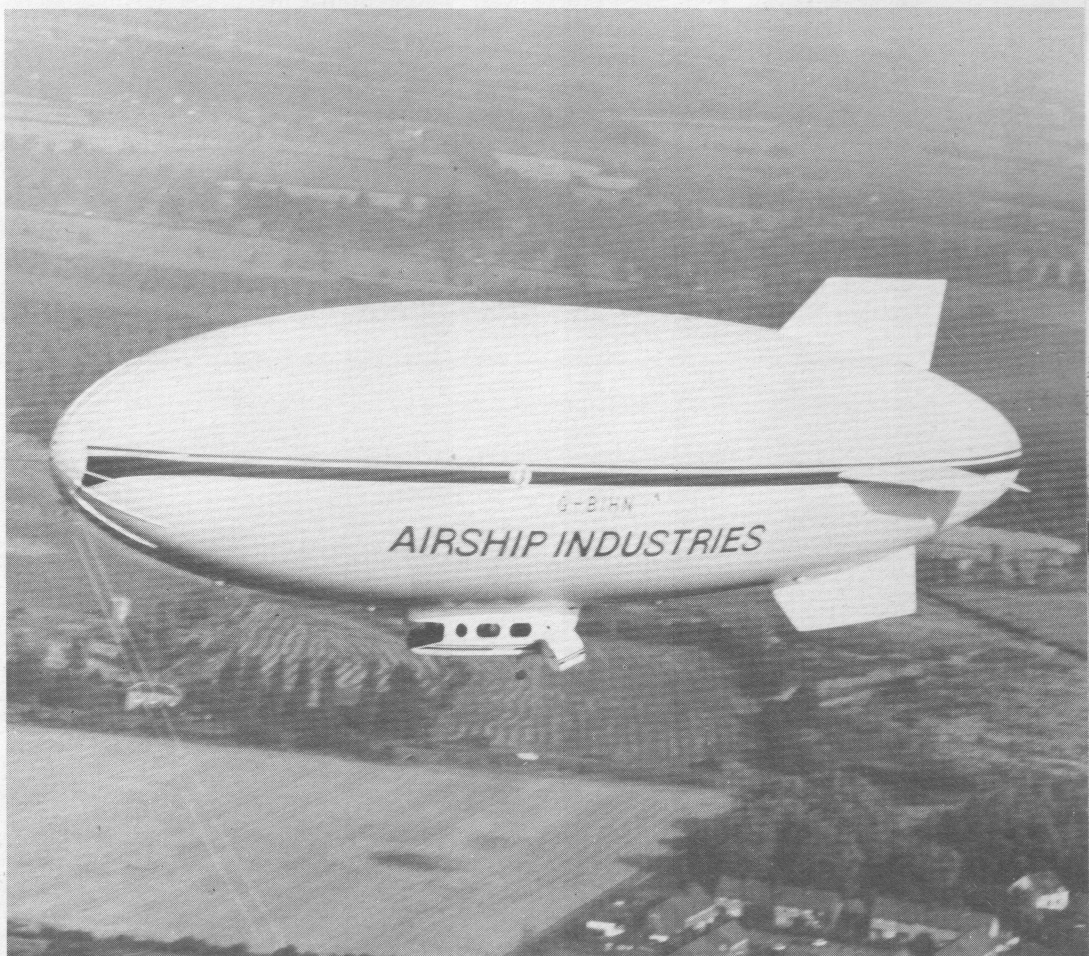
De RAAF kan de eerste Hornet verwachten tegen het eind van 1984. Bijna alle Australische F-18's zullen geassembleerd en getest worden door de eigen Government Aircraft Factories in Avalon. Vanaf het midden van 1986 zullen er daar per twee maanden drie gebouwd worden. In 1990 moet de eerste serie van 75 Hornets (een vervolgbestelling is niet uitgesloten) afgeleverd zijn.
De F-18's vervangen de 71 resterende Mirage III0 gevechtsvliegtuigen van de RAAF, die zijn gestationeerd op de vliegbases Williamtown (77 Sqn) en Butterworth, Maleisië (3 en 75 Sqn). De RAAF beschikt ook nog over dertien Mirage IIIOD trainers. Hoeveel TF-18 tweezitters Australië zal kopen, is nog niet bekend.

Eerste luchtschip in Europa

In Engeland is eind september de AD 500, een splinternieuw luchtschip, officieel in dienst gesteld. Over deze AD 500 schreven wij in A&K 3/1980 een uitvoerige reportage. Het toestel dat nu in dienst is gesteld, wijkt alleen in zeer kleine details af van het ontwerp-schip dat enkele jaren geleden werd gebouwd.
Het is een klein luchtschip, met niet meer hefvermogen dan ongeveer twee ton. Airship industries heeft voor dit model gekozen omdat er twee belangrijke klanten voor zijn: de Amerikaanse en de Britse marine. Voor luchtvaartmaatschappijen is dit schip interessant om er "probeer"-vluchten mee te maken. Daar is al een maatschappij mee bezig, Red Coat Airways, een luchtvrachtbedrijf, dat van plan is om over vijf jaar vluchten tussen Londen en Amsterdam uit te voeren met een luchtschip dat 75 ton kan vervoeren.

Gevuld met helium

Luchtschepen werden vroeger Zeppelins genoemd. De ballon was als regel gevuld met waterstofgas; een zeer brandbaar, maar ook betaalbaar gas. Die betaalbaarheid was belangrijk omdat de zeppelin, om te kunnen dalen, gas liet ontsnappen. De moderne luchtschepen worden gevuld met helium, onbrandbaar en erg duur. Maar men laat het gas niet meer weglopen. Om te dalen wordt in de ballon eenvoudig een luchtzak volgepompt, zodat de helium een kleiner volume krijgt en het soortelijk gewicht van de ballon daar groter wordt. Het nieuwe luchtschip is uitgerust met twee Porsche automotoren. Ze kregen de voorkeur boven vliegtuigmotoren omdat ze beter in staat zijn heel lage toerentallen te draaien. De motoren staan in de kabine ("the car" genoemd) opgesteld. De gondels bevatten alleen de propellors en kunnen 120 graden om hun as kantelen, zodat ze ook een opwaarts stuwende kracht kunnen geven. Airship industries verwacht voorlopig vooral klanten te zullen vinden in de militaire sektor. Als men aan grotere schepen gaat beginnen (de eerste moet over vijf jaar vliegen), zullen de kommerciële klanten niet op zich laten wachten, zo menen de bouwers.
GJvL.



Het luchtschip AD 500 tijdens zijn eerste vlucht. Het toestel kan maar twee ton tillen en haalt geen grotere snelheid dan 115 km per uur. Het vormt dan ook slechts het begin van een ontwikkeling. Grotere schepen zullen volgen.



Op zijn laatste vlucht naar het museum krijgt de Neptune "201" een erewacht van twee F-15 Eagles van het Amerikaanse 32nd Tactical Fighter Squadron op Soesterberg. Foto Kon. Luchtmacht

Neptune met erewacht naar museum

Voorzien van een ere-eskorte van twee F-15C Eagle jagers van het Amerikaanse 32 Squadron vloog de Lockheed Neptune "201" op 9 november 1981 feestelijk naar zijn laatste bestemming: het Militaire Luchtvaartmuseum op Soesterberg.

Twintig jaar heeft deze oudgediende gevlogen bij de Marineluchtvaartdienst, eerst vanaf Biak op het toenmalige Nieuw-Guinea en later vanaf Valkenburg met detacheringen naar de Nederlandse Antillen.
De "201" kwam voor zijn laatste reis naar Soesterberg ook direkt van de Antillen (zij het dat op de terugvlucht enkele problemen opdoken wegens gebrek aan reservedelen en benzine-brandstof.)
De "201" was ook de eerste operationele Neptune van de MLD. In november 1961 kwam hij in aktieve dienst op Biak.

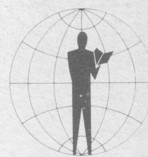
De vijftien Neptunes voor de Marineluchtvaartdienst droegen toen de aanduiding Lockheed P2V-7B. Die laatste "B" sloeg op het feit, dat de Neptunes voor Nieuw-Guinea speciaal waren voorzien van een gemodificeerde neus met daarin vier 20 mm mitrailleurs. Later, toen de Neptunes op het marinevliegkamp Valkenburg werden gestationeerd en Amerikaanse onderzeebootbestrijdingsapparatuur was ingebouwd, werd de aanduiding P2V-7B veranderd in SP-2H.
De Neptune voor het Militaire Luchtvaartmuseum heeft 6900 vlieguren gemaakt. Tot de komst van de Orion halverwege 1982 wordt de befaamde Neptune door de MLD nog ingezet voor maritieme patrouillevluchten in NAVO-verband en voor opsporings- en reddingsdiensten (OSRD-akties). Heel wat drenkelingen hebben de afgelopen jaren hun leven te danken aan de robuuste Neptune, die ook onder de meest slechte weersomstandigheden urenlang boven zee bleef hangen om een reddingsoperatie te koördineren.
In de Antillen wordt de taak van de Neptune overgenomen door de Fokker Maritiem van het heropgerichte 336 Squadron. De eerste F27M vertrok naar de West op de dag dat de Neptune 201 op Soesterberg aan zijn pensioen begon. Het marinevliegkamp Valkenburg beschikt overigens over een eigen Neptune-monument. Sinds begin 1981 staat daar als herinnering aan het Neptunetijdperk de "216" – één van de vier Neptunes, die de MLD in 1965 van Frankrijk overnam.

Dick van der Aart



AIR UK is in de twee jaar van zijn bestaan een dagelijkse verschijning op de luchthavens van Amsterdam en Rotterdam. De diensten worden uitgevoerd met de Fokker F27 "Friendship", de Handley Page "Herald" en de Braziliaanse Embrear "Bandeirante", tweemotorige turboprop vliegtuigen voor de korte afstanden. De foto toont een Air UK Bandeirante op Schiphol. De vliegtuigen van dit type zijn ondergebracht bij Air UK Commuter Services. Air UK maakte deze zomer wekelijks 100 retour-vluchten naar en van Schiphol.
Op 2 november werd een nieuwe dienst geopend vanaf Stansted bij Londen naar Amsterdam. Dat is de achtste direkte verbinding vanuit het Verenigd Koninkrijk naar Schiphol, naast de drie verbindingen naar Zestienhoven, die deze grootste regionale Britse luchtvaartmaatschappij naar en van ons land aanbiedt. H.E.

Lezersservice A&K



A&K-Winkel en voorlichting: Gooilandweg 5, Huizen-NH.

WIJZE VAN BESTELLEN:
Bestellen door storting van het verschuldigde bedrag op giro 3081500 t.n.v. Aarde&Kosmos te Huizen. Duidelijk de bestelnummers te vermelden. Gedurende de maand juli is Lezersservice gesloten.

A&K-WINKEL OPEN:
Ma. t/m vrijd. 14 tot 17 uur
Zaterdags van 10 tot 16 uur
Zondags gesloten.

LEVERTIJDEN:
In de regel is levering uit voorraad mogelijk, één week na ontvangst door ons van uw bestelling met gelijktijdige betaling. Indien niet in voorraad krijgt men hiervan bericht; indien niet meer leverbaar wordt het geld direkt teruggestort.

TELEFOON: (02152) 58388

BELANGRIJK:
Raadpleeg steeds de laatste Aarde&Kosmos-editie en/brochure!

VAKANTIES:
Gedurende de maand juli is Lezersservice gesloten, bestel daarom tijdig.

Prijswijzingen blijven voorbehouden.

BELGIË
Onze Belgische lezers kunnen bestellen door storting van het verschuldigde op onze rekening bij Algemene Bank Nederland, Frankrijklei 81 te Antwerpen met vermelding van:
T.g.v. stichting Mens en Wetenschap rek. no. 721-5205537-23.
Duidelijk vermelden om welk artikel het gaat.



Winkelwaarde 39,50
A&K-lezers 32,75
Bestelno. 80–37

Vol prachtige foto's!

Het grote, Nederlandstalige boek over de Space Shuttle.
Uit de inhoud: het begon al in de oudheid, de eerste ruimtestappen, raketten worden te duur, ruimtevliegtuigen wordt oplossing, voorspel, eerste ideeën, prototypen,ontwikk. en bouw, proefvluchten, toekomstige opdrachten zoals Spacelab, ruimtestations, enz. Europese en Russische toekomstige shuttles.



Gezond ouder worden
Prof. Defares maakt in dit boek gebruik van zijn ervaringen en die van andere specialisten om ons te helpen van onnodig medicijngebruik af te zien en beproefde manieren aan de hand te doen voor het optimaal laten funktioneren van ons lichaam.
Winkelw. 27,50
Lezers A&K 24,75
Bestelno. 76-04



Elseviers gids van het weer
Aan de hand van prachtige kleurenfoto's en ander informatief illustratiemateriaal worden alle weersverschijnselen beschreven.
Winkelw. 38,50
Lezers A&K 34,95
Bestelno. 78-71



BOEMERANGS
Je gooit 'n stuk hout weg, en in plaats dat het enige meters verder neerkomt, zie je het weer op je af komen! Dat is een boemerang. In dit boekje is alles te vinden over het zelf maken van boemerangs, de werptechniek en alles wat er verder zo al bij hoort.
Lezers A&K 14,95
Bestelno. 80–33



NATUURKUNDE van het Vrije Veld
Driedelig standaardwerk van wijlen Prof. Dr. M. Minnaert. Totaalpakket aan natuuwetenschappelijke onderwerpen.
Deel 1: Licht en kleur in het landschap.
Deel 2: Geluid, warmte en elektriciteit.
Deel 3: Rust en beweging.
Vele A&K-lezers hebben dit reeds in hun bezit!
Winkelw. 102,–
Lezers A&K 93,50
Bestelno. 76-33/34/35
Per deel 32,25



Bloembiologie
Dit boek van Thieme duikt letterlijk en figuurlijk diep in de bloem. Met prachtige kleurillustraties.
Winkelw. 17,50
Lezers A&K 15,75
Bestelno. 78-87



Elseviers Paddestoelengids
Ruim 600 illustraties in natuurlijke kleuren en voorzien van alle informatie zoals vindplaatsen, giftigheid, enz.
Winkelw. 32,50
Lezers A&K 29,75
Bestelno. 78-66



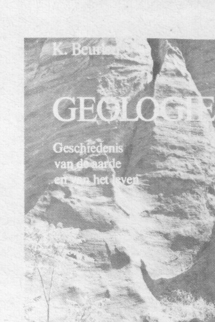
Elseviers Zwerfstenengids
Zwerfstenen kom je op vrijwel iedere wandeling tegen. Maar herkennen wij ze ook? Dit boek geeft een duidelijke en aan de hand van kleurenillustraties goed herkenbare informatie.
Winkelw. 36,50
Lezers A&K 32,95
Bestelno. 80-16



Elseviers gids voor stenen en mineralen
Overzichtelijk naslagwerk over mineralen, edel- en siersteen, ertsen en fossielen. Determinatietabellen en opgave van vindplaatsen.
Winkelw. 36,50
Lezers A&K 32,95
Bestelno. 78-52



Thiemes gids voor mineralen en gesteenten.
Schitterend standaardwerk, 600 foto's in kleur, duidelijke tekst en met de begeleidende illustraties zeer overzichtelijk gerangschikt. Kloek gebonden boek met 605 blz.
Winkelw. 59,50
Lezers A&K 54,50
Bestelno. 80-14



Geologie
Prof. dr. K. Beurlen geeft in dit boek een zeer duidelijke uiteenzetting over het ontstaan van onze planeet. Verrassend is vooral ook hetgeen we in onze onmiddellijke omgeving al kunnen ontdekken.
Winkelw. 57,50
Lezers A&K 52,95
Bestelno. 80-01



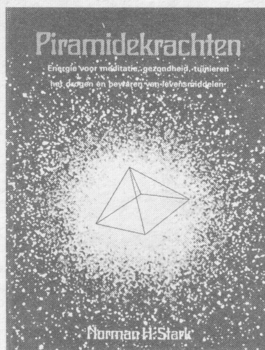
Koolhoven, Nederlands vliegtuigbouwer in de schaduw van Fokker.
Het eerste echte verkeersvliegtuig, evenals de enige vierdekker die ooit in serie werd vervaardigd, daarbij nog eens 59 verschillende vliegtuigtypen, ziedaar de prestaties van een man die desondanks in de schaduw van Fokker bleef. Zijn geschiedenis wordt uitvoerig in dit boek behandeld, kompleet met niet minder dan 485 foto's!
Winkelwaarde 29,50
Lezers A&K 26,95
Bestelno. 80–35



Fokker, bouwer aan de wereldluchtvaart
Tweede druk van het boek dat wij al eerder in A&K beschreven. Vol oude herinneringen, veel fotomateriaal, kortom een kompleet boek over een markante Nederlander. Het boek is nu aangevuld met feiten over de huidige, suksesvolle situatie bij de Fokkerfabrieken.
Winkelw. 29,50
A&K lezers 26,95
Bestelno. 80-36.

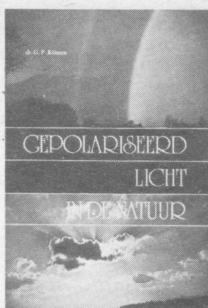
De wonderwereld van het mikroskoop
Uitstekende handleiding voor zowel de beginnende als gevorderde mikroskopist. Speciale aanbieding voor onze lezers.
Winkelw. 13,50
Lezers A&K 7,95
Bestelno. 78-84







Piramidekrachten en De piramide
Twee informatieve boekjes over de nog steeds niet langs wetenschappelijke weg verklaarde energie-verschijnselen die zich in de beroemde Cheops piramide manifesteren. Men kan dit zelf allemaal konstateren aan de hand van zelf eenvoudig te bouwen modellen. Beide boekjes vullen elkaar uitstekend aan en geven zeer veel voorbeelden over de experimenteermogelijkheden.
Winkelw. beide boekjes 36,00
Lezers A&K 32,75
Bestelno. 80-23



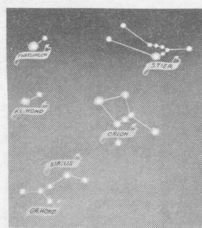
Gepolariseerd licht in de natuur
Een prachtige gids over licht en polarisatie. Wat ons de regenboog, een blauwe hemel, en de vele lichtschakeringen in de natuur, met of zonder hulpmiddel, allemaal toont wordt in dit boek pas goed duidelijk. Vele kleurenfoto's.
Winkelw. 49,50
Lezers A&K 45,95
Bestelno. 80-25

Werelden in botsing
De Aarde moet in het verleden een aantal enorme katastrofes hebben meegemaakt, o.a. een wereldramp rond 1500 v. C. en één in de 8e en 7e eeuw v. C., veroorzaakt door een bijna-botsing met een komeet (later de planeet Venus?). Auteur: Velikovsky.
Winkelw. 39,00
Lezers A&K 35,95
Bestelno. 78-60

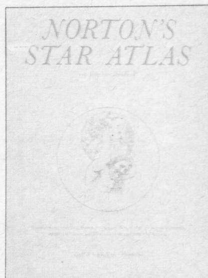




Popol Vuh
Hierin hebben de Maya's hun scheppingsverhaal opgetekend, met de drie wereldkatastrofen. Met parallellen aan de christelijke bijbel.
Winkelw. 38,00
Lezers A&K 34,95
Bestelno. 77-59



Welke ster is dat?
Een zeer informatief boekje waarin op eenvoudig te volgen wijze de sterrenhemel wordt verklaard. 48 sterrenkaartjes, 4 per maand. Alle belangrijke sterrenbeelden aan onze hemel.
Winkelw. 12,25
Lezers A&K 11,25
Bestelno. 80-26



NORTON Star-Atlas (Engelse taal).
Overzicht van 9000 sterren, sterrenhopen, nevels, enz. Uitvoerige inleiding, ook over instrumenten. Overzichtelijke sterrenkaarten.
Winkelw. 47,00
Lezers A&K 43,00
Bestelno. 78-88



Vierkleurenkaart van de sterrenhemel
Uitslaande kaart (125 × 85 cm) van de noordelijke en zuidelijke hemel, met viertalig boekje.
Winkelw. 16,50
Lezers A&K 14,50
Bestelno. 80-11



Vierkleurenkaart van de planeet Mars
Uitslaande kaart met volledige beschrijving tot en met de Viking-missies.
Winkelw. 16,50
Lezers A&K 14,50
Bestelno. 80-12



Maankaart
De nieuwste kaart van de Maan, inkl. de achterzijde van de Maan. Met tekst.
Winkelw. 16,50
Lezers A&K 14,50
Bestelno. 80-13



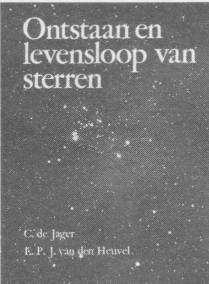
Elseviers gids van sterren en planeten
Herkennen en waarnemen van sterren. Algemene informatie over de meeste facetten van de astronomie.
Winkelw. 33,50
Lezers A&K 30,50
Bestelno. 77-44



Handboek voor de donkere kamer
Een uitstekend, uitvoerig en volledig boek over alle aspekten van de dokatechnieken, inrichting ervan, spelen met de talloze mogelijkheden die films en verschillende ontwikkelaars bieden. Zowel voor zwart-wit als kleur. Vele tekeningen en foto's verduidelijken de tekst en geven aansprekelijke voorbeelden. Elsevier, 272 blz. Gebonden.
Winkelwaarde 39,50
Lezers A&K 36,50
Bestelno. 80–34



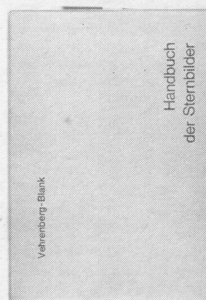
Handboek zwart-wit fotografie
Tot en met de dokapraktijk, dichtbij- en makrofotografie. Alle informatie over films en ontwikkelaars, etc.
Winkelw. 41,00
Lezers A&K 37,95
Bestelno. 78-54



Ontstaan en levensloop van sterren
Inwendige evolutie van de verschillende soorten sterren, dubbelsterren, radiobronnen, sterrenhopen, sterrenstelsels, nova's; kortom een kompleet boek over alles wat de materie in de kosmos betreft. Prof. de Jager en prof. v.d. Heuvel.
Winkelw. 31,–
Lezers A&K 28,50
Bestelno. 80-22

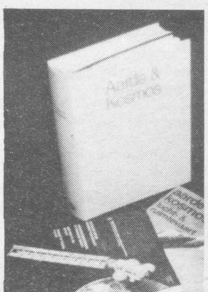


SCHEIKUNDE THUIS
Ruim 280 pagina's chemische proeven voor de jeugd, maar veel ouderen zullen er evenveel plezier van hebben. In eenvoudige taal gesteld en geïllustreerd. Zelf kristallen maken, proeven met kunststoffen, voorwerpen uit plastic maken, hoe zelf thuis een laboratorium in-te richten, enz. enz. Sluit geheel aan op middelbaar onderwijs.
Lezers A&K 22,50
Bestelno. 80–32



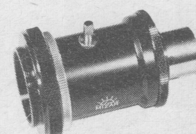
Handbuch der Sternbilder
Prachtig en overzichtelijk album van alle sterrenbeelden. Op de rechterpagina het gehele beeld, op de linker alle specifikaties van de in dat beeld voorkomende sterren tot de 6e grootte, nevels, melkwegen, variabele- en dubbelsterren, sterrenhopen. De teksten zijn vrijwel tot de specifikaties beperkt zodat de Duitse taal geen bezwaar zal blijken te zijn.
Prijs 69,50
Bestelno. 80–38

TELESKOPEN, MIKROSKOPEN GEOLOGISCHE APPARATUUR ONDERDELEN VOOR ZELFBOUW,
en verder geologische gesteenten, ook sierstenen, slijpdozen, enz.
Alle voorlichting en service.
Kom er voor naar Huizen-NH; u vindt het 300 meter westelijk van het busstation. Gooilandweg 5.
De A&K-winkel en alles wat verder A&K is, is ondergebracht in een moderne boerderij, gezellig en nog gemakkelijk te vinden ook.
En bij goed helder weer kijken wij vrijdags'avonds door teleskopen naar de hemel.
Tot ziens in Huizen.



NAALDBAND, uitgevoerd in grijs natuurlinnen.
Als u uw jaargangen Aarde&Kosmos goed wilt bewaren... is een stevige naaldband de beste oplossing.
Prijs 15,00. Afgehaald bij de A&K-winkel 11 gulden.

FOTO-adapter
Geschikt voor alle soorten teleskopen. De adapter is uitgevoerd standaard met P-draad, alle andere kamera aansluitingen zijn echter uit voorraad leverbaar. De adapter is uitgerust met een schuifbare houder voor okulairprojektie!
Prijs 87,00
(Prijs voor speciale kamera-ring (type kamera opgeven) *f* 28,00.)



Noteert u mij voor een abonnement op Aarde & Kosmos voor de periode zoals ik die rechts op deze kaart heb aangegeven:

Naam: ______________________

Adres: ______________________

Postkode: ______________________

Woonplaats: ______________________

Ik wil tevens:

De A&K-jaargang 1979 voor *f* 22,50
De A&K-jaargang 1980 voor *f* 29,50
De A&K-jaargang 1981 voor *f* 39,50
.... stuks naaldband à *f* 15.00.
(Alle prijzen inkl. verzendkosten).

Aarde & Kosmos
Lucht- en Ruimtevaart
Het enige Nederlandstalige tijdschrift met een totaalformule over natuur, techniek en wetenschap plus aanverwante vrijetijdsbesteding.
Een unieke lezersservice met eigen winkel die alle werdagen geopend is.

☐ het gehele jaar 1982 voor *f* 55,–

☐ een jaarabonn. ad. *f* 55,– ingaande op ....

Hokje aankruisen van het gewenste.

Als kado kies ik:

☐ Wonderwereld van de mikroskoop

☐ Een naaldband, natuurlinnen en oerdegelijk

☐ Kaart van Noordzeekusten

☐ Kaart Geologie van Nederland

☐ Ik maak geen gebruik van uw kado-aanbieding maar krijg *f* 4,– korting op het jaarabonnement.

Kado's bij Aarde&Kosmos

Iedere nieuwe abonnee die een JAAR-abonnement op Aarde&Kosmos neemt kan een keuze maken uit drie kado-artikelen.



Een in natuurlinnen uitgevoerde oerdegelijke naaldband voor het opbergen en makkelijk naslaan van Aarde&Kosmos.

"De wonderwereld van de mikroskoop", een waardevol boekje voor ieder die een mikroskoop bezit of er een wil gaan aanschaffen.

Een kleurenkaart waarop de ontwikkeling van de kustlijnen van de landen rond de Noordzee sinds de laatste IJstijd staan afgebeeld; met een duidelijke toelichting.

Een prachtige kleurenkaart van de geologie van Nederland. Met een duidelijke toelichting.

Bezoek uw eigen winkel!

Lezersservice A&K is alle werkdagen geopend, plus vrijdagsavonds.

Gooilandweg 5A te Huizen-Nh, ca. 200 meter westelijk van het busstation (lijn 134, 135 of 137 vanaf het station Naarden-Bussum).
Met de auto via A27 en E35. Ruime parkeergelegenheid.

Uitgebreide bibliotheek, gelegenheid tot het maken van kopieën van alle mogelijke informatie, inklusief die uit ons uitgebreide archief.

Vele modellen **teleskopen,** accessoires, fototechnieken, onderdelen, prismakijkers, bouwpakketten, atlassen, enz.

Uitgebreide serie **mikroskopen.** Standaardmodellen met unieke mogelijkheden tot uitbreiding met onderling uitwisselbare accessoires!
Alle uitvoeringen staan tot uw beschikking om er eigenhandig mee te werken en zelf te ontdekken welke mogelijkheden er allemaal zijn.
Geologische apparatuur, zoals trommelen, slijpen, zagen, enz. Grote kollektie stenen en mineralen. Tevens gereedschappen voor in het veld voor de amateurgeoloog.

En: als **abonnee/donateur** profiteert u van gratis deskundige voorlichting, hulp en kunt u altijd een beroep doen op de mogelijkheden van onze organisatie. Wanneer kosten berekend moeten worden zullen dat alleen de werkelijke onkosten zonder enige opslag zijn.

Voor wat, hoort wat:

Als nieuwe abonnee mag ik één boek uit Lezersservice A&K kiezen tegen 30% korting.
Ik kies: bestelno. ....

Voor abonnees die een ander via deze kaart opgeven als abonnee op A&K:

De aan ommezijde opgegeven abonnee is door mij aangebracht. Ook ik mag een boek uit Lezersservice A&K kiezen tegen 30% korting.
Ik kies: bestelno. ....

Mijn naam:

Adres:

Postkode:

Woonplaats:

Bij de tijd . . . met
Aarde & Kosmos
een naslagwerk boordevol betrouwbare informatie.

Postzegel plakken niet nodig

Stichting Mens en Wetenschap
Aarde & Kosmos
Antwoordno. 108
1270 VB Huizen